

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова»

На правах рукописи

КОРОВКИН Сергей Юрьевич

МЫСЛИТЕЛЬНЫЕ СХЕМЫ В ИНСАЙТНОМ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ

Специальность 19.00.01 – общая психология, психология личности,
история психологии.

Диссертация
на соискание ученой степени доктора психологических наук

Ярославль – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА I. РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ОБ ИНСАЙТНОМ РЕШЕНИИ.....	22
1.1. Проблема феноменологии творческого решения в психологии мышления.....	22
1.2. Классические теории творческого решения	28
1.3. Специфический и неспецифический подходы	33
1.4. Критерии инсайта	39
Выводы по главе	54
ГЛАВА II. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ТВОРЧЕСКОМУ МЫШЛЕНИЮ И ИНСАЙТНОМУ РЕШЕНИЮ.....	57
2.1. Теория задачного пространства	57
2.2. Репрезентация задачи и задачное пространство.....	67
2.3. Информационный подход и творчество.....	75
2.4. Теория продвижения к цели и мониторинга прогресса.....	76
Выводы по главе	88
ГЛАВА III. ТЕОРИЯ ИЗМЕНЕНИЯ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ	90
3.1. Тупик как основа феномена инсайта	90
3.2. Концепция глубокого обучения	97
3.3. Гибридные модели инсайта	115
Выводы по главе	134
ГЛАВА IV. МЫСЛИТЕЛЬНЫЕ СХЕМЫ КАК ОБЪЯСНИТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ	137
4.1. Критический анализ теорий инсайта	137
4.2. Схемы в решении задач	141
4.3. Концепция построения и изменения репрезентации на основе мыслительных схем	151
Выводы по главе	162
ГЛАВА V. УПРАВЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОСТРОЕНИИ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ	165
5.1. Постановка проблемы	165
5.2. Методика исследования	171
5.3. Эксперимент.....	173
5.4. Результаты.....	177
5.5. Обсуждение.....	180
Выводы по главе	183
ГЛАВА VI. ЭКСПЛИЦИРУЕМЫЕ СТРУКТУРЫ В РЕШЕНИИ ИНСАЙТНЫХ ЗАДАЧ.....	185
6.1. Постановка проблемы	185
6.2. Материал исследования. Задачи «Что? Где? Когда?»	194
6.3. Эксперимент.....	197
6.4. Результаты.....	199
6.5. Обсуждение.....	203
Выводы по главе	205
ГЛАВА VII. АНАЛИЗ КОНФЛИКТА В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ	206
7.1. Постановка проблемы	206
7.2. Материал исследования. Задача «5 квадратов» Дж. Катона	213
7.3. Эксперимент.....	214

7.4. Результаты.....	217
7.5. Обсуждение.....	218
Выводы по главе	219
ГЛАВА VIII. СХЕМЫ В ИНСАЙТНОМ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ.....	221
8.1. Постановка проблемы	221
8.2. Модифицированная задача «9 точек»	225
8.3. Эксперимент 1.....	227
8.4. Методика	229
8.5. Результаты.....	231
8.6. Обсуждение.....	234
8.7. Эксперимент 2.....	236
8.8. Методика	237
8.9. Результаты.....	239
8.10. Обсуждение.....	241
8.11. Общее обсуждение	242
Выводы по главе	244
ГЛАВА IX. МЫСЛИТЕЛЬНЫЕ СХЕМЫ И АГА-ПЕРЕЖИВАНИЕ	245
9.1. Постановка проблемы	245
9.2. Материал исследования. Задача «10 монет».....	255
9.3. Эксперимент 1.....	257
9.4. Методика	258
9.5. Результаты.....	259
9.6. Обсуждение.....	261
9.7. Эксперимент 2.....	262
9.8. Методика	263
9.9. Результаты.....	264
9.10. Обсуждение.....	266
9.11. Общее обсуждение	267
Выводы по главе	270
ВЫВОДЫ	271
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	275
ЛИТЕРАТУРА	277
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	316

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Актуальность темы исследования заключается в том, что, вслед за бурным ростом данных в когнитивной психологии обострились споры между несколькими теориями мышления человека. Современные исследования строятся на основе одного из двух противоборствующих подходов к объяснению творческого решения: теории задачного пространства и теории изменения репрезентации. Расхождение концептуальных аппаратов сторонников подходов ведет к сужению угла обзора каждого из них на изучаемый феномен и потере точек соприкосновения, что значительно обедняет область научных исследований. В то же время, на наш взгляд, расходящиеся взгляды на природу инсайта имеют множество пересечений. Данная работа направлена на построение концепции, которая позволила бы заполнить теоретические пробелы, остающиеся за пределами интересов теории задачного пространства и теории изменения репрезентации.

Фундаментальной теорией в когнитивной психологии, описывающей процесс решения задач, является теория задачного пространства А. Ньюэлла и Г. Саймона (Newell, Simon, 1972). Согласно этой теории, процесс решения задач есть переход от исходного состояния к целевому состоянию с помощью различных ментальных операторов и эвристик. Данная теория успешно описывает и имитирует мыслительные процессы алгоритмического типа, в том числе и с помощью алгоритмов искусственного интеллекта. Ряд так называемых «инсайтных» задач также может быть описан на основе рациональных принципов благодаря теории мониторинга продвижения к цели (*progress monitoring theory*) Дж. МакГрегора, Т. Ормерода, Э. Кроникла (MacGregor, Ormerod, Chronicle, 2001). Согласно этой теории, процесс решения задачи происходит на основании эвристики максимизации и эвристики мониторинга прогресса с опережающим просмотром (*look-ahead*). Здесь учитывается метакогнитивный компонент – мониторинг прогресса приближения к цели. Однако эта модель описывает такие задачи, где в достаточной степени определено

целевое состояние. В то же время существует целый класс творческих задач с неопределенным целевым состоянием, применительно к которому существующие эвристические модели оказываются неэффективны. Развитие моделей искусственного интеллекта происходит в том же направлении, при недостаточном внимании к так называемым «творческим» или «интуитивным» процессам. Как правило, анализируется и впоследствии имитируется такой процесс решения, при котором решатель находит решение последовательно, алгоритмически. А интуитивные решения, которые можно смоделировать как сигналы между параллельно работающими системами познания, фактически игнорируются.

Попыткой включить творческий компонент решения в рассмотрение когнитивными теориями осуществлен в рамках неогештальт-психологической теории изменения репрезентации, разработанной С. Олссоном (Ohlsson, 1992, 2011). В данной теории творческим компонентом, который был вынесен за скобки теории задачного пространства, является процесс изменения неэффективной репрезентации. С этой точки зрения, теория А. Ньюэлла и Г. Саймона описывает лишь движение в рамках задачного пространства на основе изначально сформированной репрезентации. В том случае, если в рамках данного задачного пространства задача не может быть решена, решатель попадает в тупик. Способом преодоления этого тупика является изменение репрезентации и, как следствие, формирование нового или измененного задачного пространства. В таком случае, творческим процессом в решении задач является процесс изменения репрезентации. Однако на сегодняшний день нет единства в понимании того, благодаря каким когнитивным механизмам возможно такое изменение.

Кроме того, в настоящее время накоплено достаточное количество описаний различных феноменов инсайтного решения: ага-переживание, изменение психофизиологических показателей в процессе инсайтного решения, отсутствие ощущения приближения к решению и мн. др. Однако единой теории

процесса инсайтного решения, решавшей бы разноплановые теоретические проблемы, связанные с объяснением инсайта, и удовлетворившей бы всех исследователей, на сегодняшний день не существует. Для разработки такой модели необходим учет не только когнитивных процессов, таких как перцептивная реорганизация, загрузка рабочей памяти, движение в поле задачи и др., но и учет высокоуровневых компонентов инсайтного решения. Исследование этого пласта данных и включение их в контекст когнитивных теорий инсайтного решения, как нам кажется, не только позволит объяснить такие феномены как уверенность в найденном ответе, неслучайное предпочтение одной из равновероятностных альтернатив решения, осознание решателем мыслительного тупика при решении задачи, эмоциональные переживания в процессе решения, но и позволит пролить свет на сами когнитивные процессы, задействованные в процессе инсайтного решения. Кроме того, такая теория могла бы преодолеть проблему разрозненности данных и аспектов исследования в области творческого решения.

Степень разработанности научной проблемы. Несмотря на длительную историю развития, проблема механизмов инсайта до сих пор остается до конца не решенной. Разработанная в рамках гештальтпсихологии теория инсайта после смещения популярности в сторону информационного подхода отошла на второй план. А в третьей четверти XX века академическая психология практически полностью отказалась от исследования феномена инсайтного решения. Конец XX века ознаменовался бурным ростом популярности этой темы среди исследователей с различным теоретическим бэкграундом, что привело к существенным разночтениям в понимании термина инсайт: преодоление фиксированности, ага-переживание, чувство близости к решению, изменение репрезентации, сигнал о решении и т.д. На текущий момент можно обнаружить около 700 статей, в той или иной мере посвященных инсайту в решении мыслительных задач. При этом значительная часть публикаций приходится на последнее десятилетие, которое характеризуется ростом

интереса к проблеме инсайта и зарождением сообщества исследователей этой области. Ряд ведущих мировых журналов в последние пять лет выпустил или анонсировал несколько специальных номеров, посвященных инсайту. Однако построение единой картины когнитивных процессов в инсайтном решении на основе этих публикаций представляется затруднительным. Современная картина исследований инсайтного решения представляет собой, скорее, лоскутное одеяло, в котором обрывочно представлены наметки отдельных идей, объединенные общим названием и общей историей. В то же время, на теоретическом поле можно выделить две наиболее авторитетные и эвристичные теории, которые направлены на объяснение инсайтного решения через поиск или изменение репрезентации – теория задачного пространства (Kaplan, Simon, 1990) и теория изменения репрезентации (Ohlsson, 2011). Теория задачного пространства постулирует возможность высокоуровневого поиска новой репрезентации, а теория изменения репрезентации исходит из того, что смена репрезентации происходит исключительно на основе низкоуровневых влияний. Данные теории предлагают во многом обратные трактовки того, как происходит поиск новой репрезентации, и это обстоятельство, как нам кажется, представляет собой важную точку роста для теории инсайтного решения.

Цель исследования: выявление и описание механизмов изменения репрезентации при инсайтном решении.

Основные задачи:

1. Проанализировать основные линии развития теоретических идей в области психологии инсайтного решения.
2. Выявить основные достоинства и недостатки ключевых теоретических подходов к объяснению инсайта как изменения репрезентации в решении задачи.
3. Предложить концепцию механизмов изменения репрезентации в решении инсайтных задач, компенсирующую недостатки имеющихся теорий.

4. Продемонстрировать, что в основе переструктурирования репрезентации в инсайтном решении лежат механизмы модификации схем.

5. Выявить связь между инсайтным решением на основе модификации схем и субъективными переживаниями инсайтности решения.

6. Выявить роль процессов построения новой репрезентации в ходе решения мыслительной задачи после отказа от старой репрезентации.

7. Выявить роль рабочей памяти в процессе построения и изменения репрезентации мыслительной задачи.

8. Проанализировать возможности использования решателем высокоуровневого анализа противоречий схем для решения инсайтных задач.

Объект исследования. Высокоуровневые и низкоуровневые механизмы изменения репрезентации, лежащие в основе инсайтного решения.

Предмет исследования. Роль мыслительных схем в изменении репрезентации и появлении феноменов инсайтного решения.

Гипотезы исследования.

В рамках данной работы разработана концепция мыслительных схем в решении инсайтных задач, для экспериментальной проверки и доказательства которой требуется проверка ряда гипотетических предположений.

1. Изменение репрезентации в решении инсайтных задач доступно для высокоуровневой переработки, что проявляется в активности управляющих процессов рабочей памяти на этапе изменения репрезентации. Подтверждение первой гипотезы сможет продемонстрировать необходимость участия высокоуровневых процессов в инсайтном решении.

2. Доступность высокоуровневой переработки изменения репрезентации в решении инсайтных задач возможна благодаря наличию эксплицируемых структур в решении инсайтных задач, которые могут быть использованы для изменения репрезентации. Подтверждение второй гипотезы сможет продемонстрировать наличие высокоуровневых когнитивных структур, которыми решатель может манипулировать для изменения репрезентации.

3. Поиск и обнаружение мыслительных схем является эффективным способом решения инсайтных задач. Обнаружение мыслительной схемы в решении инсайтной задачи лежит в основе мгновенности инсайтного решения. Подтверждение третьей гипотезы направлено на демонстрацию связи явления инсайтного решения с использованием схем при решении мыслительных задач.

Методологической основой исследования являются принципы информационного подхода к решению задач и феномену инсайтного решения (Г. Саймон, А. Ньюэлл, К. Каплан, Дж. МакГрегор, Э. Кроникл, Т. Ормерод); положения теории изменения репрезентации (С. Олссон, Г. Кноблих, М. Оллингер, А. Данек), принципы теории познавательных схем (Ф. Бартлетт, У. Найссер, Ж. Пиаже и др.); функциональный принцип в психологии мышления, нацеливающий на выявление динамики изменения психических процессов в ходе решения задач (К. Дункер, Дж. Меткалф, Я.А. Пономарев, В.Ф. Спиридонов, О.К. Тихомиров, М. Оллингер и др.).

Для достижения поставленных цели и задач, а также для проверки гипотез на разных этапах использовались следующие **методы и методики**. Основным общенаучным методом, который использовался в данной работе, является эксперимент. В серии проведенных исследований соблюдались все необходимые требования к проведению психологического эксперимента – строгий контроль переменных, рандомизация предъявляемых стимулов, использование объективных и измеряемых показателей в качестве зависимой переменной и т.д. Разнообразие экспериментальных воздействий обеспечивалось разнообразными методиками и методическими приемами, часть из которых была разработана для данной работы специально. В самом общем виде эксперименты в рамках данной работы выполнены на основе метода решения задач, то есть все полученные эффекты измерялись в ситуации, где в качестве стимульного материала предъявлялись мыслительные, прежде всего инсайтные, задачи, а измерялись характеристики процесса решения при различных

экспериментальных условиях. Также, в работе был использован долгосрочный эксперимент, который был направлен на изучение формирования стратегий в ходе решения серии задач. Однако, как правило, в исследованиях использовались короткие наборы задач. Для воздействия на процесс решения был использован метод подсказок. Регистрация сопутствующих инсайтному решению процессов осуществлялась с помощью когнитивного мониторинга загрузки рабочей памяти, регистрации моторики движений, метода рассуждения вслух. Субъективные характеристики переживаний, сопровождающих инсайтное решение, измерялись с помощью метода опроса.

Обработка данных производилась с помощью различных видов дисперсионного анализа с *post hoc* сравнениями с помощью *t*-критерия Стьюдента и использованием поправок на множественные сравнения. Данные о частотах видов решений обрабатывались с помощью метода χ^2 , метода χ^2 с поправкой Йетса и точного критерия Фишера.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. На основе теоретического анализа объяснительных моделей механизмов мыслительного процесса в ходе инсайтного решения задач было выявлено, что ключевым критерием для операционализации инсайтного решения является изменение неверной исходной репрезентации. Выявлено два противоположных взгляда на объяснение того, как осуществляется изменение репрезентации: 1) с точки зрения теории задачного пространства инсайтное решение представляет собой высокоуровневый поиск в пространстве всех возможных репрезентаций с помощью неспецифических эвристик, 2) с точки зрения теории изменения репрезентации новая репрезентация образуется благодаря низкоуровневым процессам путем подавления старой и автоматической сборки новой репрезентации.

2. Сформулирована концепция мыслительных схем, которая позволяет разрешить проблему соотношения высокоуровневых и низкоуровневых процессов в инсайтном решении. В ней проанализированы структура репрезен-

тации задачи, функции схем в репрезентации задачи и способы изменения репрезентации задачи как механизмы инсайтнго решения. В соответствии с ней, изменение репрезентации может произойти как низкоуровневым путем в результате восходящих влияний спонтанно актуализированных схем, так и высокоуровневым путем через сознательный поиск подходящей схемы.

3. В процессе изменения репрезентации в решении инсайтных задач задействуются высокоуровневые процессы, такие как управляющие функции, которые требуются для построения репрезентации, согласованной с целью. В рабочей памяти в ходе решения осуществляется целенаправленное построение и изменение репрезентации задачи. Целенаправленное изменение репрезентации может быть осуществлено за счет сознательного поиска подходящей схемы в качестве модели задачи или одной из её составляющих.

4. Существуют эксплицируемые структуры в решении инсайтных задач, которые могут быть усвоены из опыта решения задач и перенесены с решения одной инсайтной задачи на другую, такие как процедурные мыслительные схемы и высокоуровневые эвристики. Существуют возможности научения решению инсайтных задач на основе средств анализа содержания и структуры задачи.

5. Смена репрезентации может происходить либо за счет низкоуровневых процессов ослабления автоматизированных схем, либо за счет высокоуровневого поиска схем в форме аналогии. Однако, поскольку оба пути решения задач затруднены в инсайтных задачах, возможен третий специфический путь решения инсайтной задачи – через анализ противоречий между схемами.

6. В основе переструктурирования репрезентации в инсайтном решении лежат механизмы модификации схем. Обнаружение и изменение схем может являться эффективным способом решения инсайтных задач наряду с пошаговым эвристическим поиском.

7. Ага-переживание изящности и инсайтности решения может являться результатом успешной схематизации, благодаря которой решение или существенная часть решения становится доступной в рабочей памяти.

Научная новизна работы определяется тем, что в ней предлагается ряд инноваций теоретического, экспериментального и методического плана, которые позволят описать и объяснить механизмы изменения репрезентации в решении инсайтных задач. В методическом плане в рамках данной работы разработаны методы анализа динамики загрузки рабочей памяти, а также модификации классических инсайтных задач, в частности, модифицированная задача «9 точек», которые позволяют обнаружить новые свойства инсайтного решения. В экспериментальном плане реализованы новые эксперименты, которые представляют собой как критические эксперименты для уже имевшихся теоретических представлений (о роли низкоуровневых и высокоуровневых процессов в поиске решения), так и способы проверки разработанных в данной работе идей (о роли схем в поиске и обнаружении инсайтного решения). Так, проведен длительный эксперимент с целью выявления возможности научения при решении длинной серии инсайтных задач. В теоретическом плане предлагается концепция мыслительных схем, которая разрешает ряд теоретических противоречий между сторонниками информационного подхода в психологии решения задач, сторонниками неогештальтизма и исследователями ага-переживаний при инсайтном решении.

Теоретическая значимость исследования мыслительных схем в инсайтном решении связана с тем, что введение конструкта мыслительных схем в контекст исследований феномена инсайтного решения позволяет разрешить ряд фундаментальных противоречий между основными теориями поиска и изменения репрезентации, а также позволяет создать общую теоретическую рамку для анализа близких к инсайту феноменов, таких как ага-переживание. В рамках данной работы осуществлена работа по снятию противоречий между теорией задачного пространства, в которой инсайт является следствием

аналитического высокоуровневого поиска решения в пространстве всех возможных репрезентаций, и теорией изменения репрезентации, в которой инсайт является спонтанным низкоуровневым автоматическим процессом реструктурирования и сборки репрезентации. Концепция мыслительных схем позволяет учитывать одновременно и работу низкоуровневых процессов реструктурирования репрезентации и высокоуровневого поиска готовых решений.

Предложенная в рамках данной работы концепция мыслительных схем позволяет предложить обоснование для объединения разрозненных данных о сходных с инсайтом феноменах, таких, например, как ага-переживание. Ага-переживание, с точки зрения этой концепции, может являться реакцией не столько на преодоление затруднения или изменение репрезентации, сколько на характеристики схематизации найденной репрезентации.

Концепция мыслительных схем позволяет преодолеть такие теоретические затруднения и вопросы как: возможно ли научение инсайтному решению и за счет чего, как возможен целенаправленный поиск решения при тунике в решении инсайтной задачи, как происходит взаимодействие высокоуровневых и низкоуровневых механизмов инсайта и т.д. Решение этих проблем открывает новые перспективы в исследовании инсайта и в дальнейшем должно продвинуть данную исследовательскую область в сторону успешного моделирования изучаемого процесса.

Практическая значимость исследования состоит в том, что на основе полученных результатов могут быть разработаны рекомендации для обучения средствам и способам эффективного решения задач, а также рекомендации для разработки новых алгоритмов эвристических систем искусственного интеллекта.

Результаты исследования и рекомендации, разработанные на основе исследования, внедряются в процесс обучения в рамках лекционных курсов «Решение задач и проблем», «Современные когнитивные исследования»,

«Принципы организации психологического исследования», читаемых на факультете психологии Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова.

Достоверность данных и обоснованность выводов обеспечена внутренней логичностью структуры работы, применением комплексного подхода к анализу проблемы, адекватностью и строгостью методов экспериментального планирования, обоснованным использованием широкого спектра научных методов, адекватных целям и задачам исследования, применением адекватных методов математической обработки данных, многосторонним анализом результатов исследования. Работа выполнена в соответствии с международными стандартами к проведению экспериментальных исследований на основе интеграции идей отечественной и мировой психологии с соблюдением универсальных научных требований, что специально обосновывается в работе (Коровкин, 2019).

Эмпирические исследования проводились в период с 2010 по 2019 гг. На протяжении данного времени выполнялся теоретический и методологический анализ проблемы, определялись процедуры исследования, осуществлялись сбор, обработка и интерпретация полученных данных. Общий объем выборки составил 234 человека в возрасте от 12 до 78 лет. Объем выборки достаточен с точки зрения мощности исследования и выявляемых размеров эффектов.

Апробация результатов работы осуществлялась представлением материалов на заседаниях теоретического семинара кафедры общей психологии Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова (Ярославль, 2011–2019) и теоретического семинара факультета психологии ИОН РАН-ХиГС (2016-2019). Результаты также докладывались на следующих зарубежных конференциях: Объединенная Евро-Азиатско-Тихоокеанская конференция по когнитивной науке (Турин, Италия, 2015), Ежегодный съезд Общества Психономики (Бостон, США, 2016; Ванкувер, Канада, 2017; Новый Орлеан,

США, 2018; Монреаль, Канада, 2019), Международный съезд Общества Психологии (Гранада, Испания, 2016; Амстердам, Нидерланды, 2018), Симпозиум «От обезьяны к человеку – 100 лет исследований мышления, начиная с Вольфганга Кёлера» на конференции Европейского общества когнитивной психологии (Тенерифе, Испания, 2019).

Результаты исследования были представлены на Всероссийских и международных конференциях в России: Когнитивная наука в Москве (Москва, 2013, 2015, 2017, 2019), Международная конференция по когнитивной науке (Томск, 2010; Калининград, 2012, 2014; Светлогорск, 2016, 2018), ИмPLICITное научение: взаимодействие осознаваемого и неосознаваемого (Санкт-Петербург, 2014), Психология – наука будущего (Москва, 2013, 2015), Много голосов – один мир: психология в зеркале междисциплинарного подхода (Ярославль, 2012), Экспериментальный метод в структуре психологического знания (Москва, 2012), Человек, субъект, личность в современной психологии (Москва, 2013), Международный молодежный научный форум «Ломоносов» (Москва, 2012, 2013), Естественно-научный подход в современной психологии (Москва, 2014), Системогенез учебной и профессиональной деятельности (Ярославль, 2015), Творчество: наука, искусство, жизнь (Москва, 2015), Личность, интеллект, метакогниции: исследовательские подходы и образовательные практики (Калуга, 2016), Путь в науку (Ярославль, 2014, 2015, 2016, 2019), Процедуры и методы экспериментально-психологических исследований (Москва, 2016), Психология человека как субъекта познания, общения и деятельности (Москва, 2018), Личность, интеллект, метакогниции: исследовательские подходы и образовательные практики (Калуга, 2018), Наука будущего – наука молодых (Сочи, 2019).

По теме диссертационного исследования организован ряд Всероссийских конференций: Психология познания: решение когнитивных и мыслительных задач (Ярославль, 2014), Проблема контроля и регуляции в когнитивных науках (Ярославль, 2015), Механизмы построения и переструктури-

рования репрезентации (Ярославль, 2016), Аффорданс: ожидание, возможность, ограничение (Ярославль, 2017), Проблема метапознания в когнитивной науке (Ярославль, 2018), Осознаваемая и неосознаваемая переработка информации (Ярославль, 2019).

Результаты исследований докладывались на Летней школе по когнитивной психологии памяти К. Дункера (Москва, 2012 – 2018), зимней психологической школе СПбГУ (Санкт-Петербург, 2014, 2018), летней школе Высшей школы экономики (Москва, 2019). В рамках темы исследования были сделаны доклады на тематических семинарах: Автоматизм инсайта, или Почему удивляются роботы (Санкт-Петербург, 2012), Московский семинар по когнитивной науке (Москва, 2012), Красковский методологический семинар (Москва, 2015–2018), Парадоксы сознания: теоретические проблемы категоризации (Санкт-Петербург, 2019), Когнитивные и эмоциональные процессы при решении задач (Ярославль, 2013), Когнитивные процессы: проблемы, задачи, решения (Ярославль, 2013), Инсайт – территория решений (Ярославль, 2015), Модели инсайта (Москва, 2017), Инсайт: факты, методы, теории (Ярославль, 2019).

Организован и регулярно проводится онлайн-семинар «Insight without Borders», объединяющий коллег из России, Германии, США, Австралии, Японии, Великобритании, Бельгии и других стран.

Материалы проведенного исследования включены в программы научно-исследовательских проектов: грант РФФИ № 18-013-01056 «Антиципация когнитивных схем при решении творческих задач», 2018-2021, (руководитель Коровкин С.Ю.); грант РНФ №18-78-10103 «Метакогнитивная регуляция решения творческих задач», 2018-2021, (руководитель); грант Президента РФ, МК-722.2017.6 «Роль низкоуровневых процессов в решении мыслительных задач», 2017-2018, (руководитель); грант Фонда Михаила Прохорова, Карамзинские стипендии – 2016, проект «Высокоуровневые и низкоуровневые процессы в языке и познании», РАНХиГС, 2016, (руководитель); грант

РФФИ, № 15-06-07899-а «Исполнительские функции и когнитивный контроль в процессе решения инсайтных задач», 2015-2017, (руководитель); грант Президента РФ, МК-3877.2015.6 «Роль функций префронтальной коры в процессе решения инсайтных задач», 2015-2016, (руководитель); грант РФФИ, № 14-06-00441-а «Роль движений глаз в поиске решения инсайтных пространственных задач», 2014-2016, (исполнитель); грант РГНФ, № 14-06-00295 «Принципы построения системы описания и передачи когнитивного опыта профессионала», 2014-2016, (исполнитель); грант Президента РФ, № НШ-2165.2014.6 «Метакогнитивная психология профессиональной и учебной деятельности», 2014-2015, (исполнитель); грант РГНФ, № 12-36-01035 «Механизмы функциональной фиксированности при решении задач», 2012-2014, (исполнитель); грант РФФИ, № 12-06-00133-а «Механизмы инсайта: роль рабочей памяти в мыслительном процессе», 2012-2014, (исполнитель); грант РФФИ, № 12-06-330080 «Юмор как средство фасилитации решения мыслительных задач и проблем», 2013-2014, (руководитель); грант Президента РФ, МК-4625.2013.6 «Разработка методов когнитивного мониторинга процесса решения задач», 2013-2014, (руководитель).

По теме диссертации было опубликовано 19 статей в журналах из списка ВАК и журналах списка, утвержденного Ученым советом РАНХиГС, среди которых 13 статей опубликованы в изданиях, входящих в международные базы цитирования (WoS и Scopus) и в список, утвержденный Ученым советом РАНХиГС. По теме диссертационного исследования получено 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Диссертационное исследование обсуждалось на заседании кафедры общей психологии факультета психологии Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова и рекомендовано к защите.

Рекомендации по использованию научных выводов. Данная диссертация является работой, направленной на решение фундаментальных теоретических проблем в области когнитивных процессов решения задач. Научные

выводы, полученные в данной работе, могут быть непосредственно использованы при формировании содержания учебных курсов по психологии мышления и когнитивной психологии решения задач, что должно найти свое отражение при составлении учебников и учебных пособий. Основной рекомендацией, вытекающей из результатов данной работы является необходимость рассмотрения теорий форматов хранения опыта, в частности теории схем, при рассмотрении процессуальных моделей решения мыслительных задач. Такое рассмотрение позволит ставить новые вопросы об участии элементов опыта решения на различных этапах решения задач. Другой рекомендацией для построения логики изложения научного материала касается рассмотрения феномена инсайтного решения. Феномен инсайта необходимо рассматривать, по нашему мнению, в виде альтернативных гипотез о высокоуровневом или низкоуровневом характере как возникающих затруднений при решении творческих задач, так и способов и механизмов преодоления таких затруднений. В современной научной литературе ярко выражено убеждение о низкоуровневой природе затруднений и способов их преодоления (изменения репрезентации), в то время как ряд данных, в том числе полученных в рамках данной диссертационной работы, указывают на существование высокоуровневых способов изменения репрезентации.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, девяти глав, заключения, выводов, библиографического списка, включающего 362 наименования, из которых 274 – на иностранных языках, а также двух приложений. Текст диссертации включает 7 таблиц и 19 рисунков.

Перечень публикаций автора в журналах из перечня ВАК и перечня, утвержденного Ученым советом РАНХиГС для публикации статей по психологическим наукам

1. Korovkin S., Savinova A., Padalka J., Zhelezova A. Beautiful mind: grouping of actions into mental schemes leads to a full insight Aha! experience // Journal of Cognitive Psychology, 2020. <https://doi.org/10.1080/20445911.2020.1847124>
2. Korovkin S., Vladimirov I., Chistopolskaya A., Savinova A. How working memory provides representational change during insight problem solving // Frontiers in Psychology, 2018. V.9. N.1864. P. 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01864>
3. Lebed A., Korovkin S. The unconscious nature of insight: a dual-task paradigm investigation // Psychology in Russia: State of the Art, 2017. V.10. N.3. P. 107–119. <https://doi.org/10.11621/pir.2017.0307>
4. Savinova A., Korovkin S. Controlled discovery: Executive functions and conflict detection in insight problem solving // Психология. Журнал Высшей школы экономики, 2019. Т. 16. № 1. С.164–180.
5. Владимиров И.Ю., Коровкин С.Ю., Лебедь А.А., Савинова А.Д., Чистопольская А.В. Управляющий контроль и интуиция на различных этапах творческого решения // Психологический журнал, 2016. Т. 37. №1. С. 48–60.
6. Емельянова С.С., Коровкин С.Ю. Эмоциональное состояние фрустрации в решении инсайтных задач // Вестник ЯрГУ. Серия Гуманитарные науки, 2017. № 1 (39). С. 89–94.
7. Коровкин С.Ю. Психологическая структура задачи и актуальная модель ситуации // Вестник ЯрГУ. Серия Гуманитарные науки, 2011. № 2. С.118–122.
8. Коровкин С.Ю. Российская психология как часть универсальной науки // Психологический журнал, 2019. Т. 40. № 2. С. 132–136.

9. Коровкин С.Ю. Фасилитация решения творческих задач: юмор // Психология. Журнал Высшей школы экономики, 2015. Т. 12. №2. С. 172–182.
10. Коровкин С.Ю. Экспериментальные исследования эмоций в мышлении в смысловой теории мышления // Вестник ЯрГУ. Серия Гуманитарные науки, 2018. № 2 (44). С. 92–96.
11. Коровкин С.Ю., Владимиров И.Ю., Савинова А.Д. Динамика загрузки рабочей памяти при решении инсайтных задач // Российский журнал когнитивной науки, 2014. Т. 1. № 4. С. 67–81.
12. Коровкин С.Ю., Никифорова О.С. Когнитивные и аффективные механизмы юмористической фасилитации решения творческих задач // Экспериментальная психология, 2014. Т. 7. № 4. С. 37–51.
13. Коровкин С.Ю., Савинова А.Д. Анализ и синтез как механизмы инсайтного решения // Психологический журнал, 2016. Т. 37. № 4. С. 32–43.
14. Коровкин С.Ю., Савинова А.Д., Владимиров И.Ю. Мониторинг динамики загрузки рабочей памяти на этапе инкубации инсайтного решения // Вопросы психологии, 2016. № 2. С. 148–162.
15. Лунева А.Р., Коровкин С.Ю. Исследование роли межполушарного взаимодействия в решении задач: поведенческие и физиологические данные // Экспериментальная психология, 2019. Т. 12. № 2. С. 35-46. doi:10.17759/exppsy.2019120203
16. Морозов И. М., Коровкин С. Ю. Модели понимания в решении задач // Вестник ЯрГУ. Серия Гуманитарные науки, 2017. № 3 (41). С. 81–84.
17. Морозова Е.Н., Коровкин С.Ю. Влияние внешнего подкрепления на решение инсайтных и неинсайтных задач // Теоретическая и экспериментальная психология, 2018. Т. 11. № 2. С. 8–18.
18. Морозова Е.Н., Коровкин С.Ю. Влияние категориальной структуры задачи на процесс решения // Вестник ЯрГУ. Серия Гуманитарные науки, 2017. № 2 (40). С. 106–109.

19. Савинова А.Д., Коровкин С.Ю. Решение задач в условиях разнообразной загрузки рабочей памяти // Шаги / Steps, 2019. Т.5. №1. С.112–127. <https://doi.org/10.22394/2412-9410-2019-5-1-112-127>.

Список публикаций автора в виде свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ

20. Лебедь А.А., Коровкин С.Ю., Владимиров И.Ю. Методика когнитивного мониторинга решения задач с использованием имплицитного зонда-монитора. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2013618050 от 29.08.2013.

21. Коровкин С.Ю., Савинова А.Д. Методика когнитивного мониторинга решения задач с помощью разноуровневых вербальных зондов-мониторов. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ №2013618051 от 29.08.2013.

22. Чистопольская А.В., Владимиров И.Ю., Коровкин С.Ю. Методика когнитивного мониторинга решения задач с использованием разноуровневых вербальных и визуальных зондов-мониторов. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ №2013618053 от 29.08.2013

23. Лунева А.Р., Лебедь А.А., Коровкин С.Ю. Программа билатерального предъявления заданий-зондов для изучения межполушарного взаимодействия в психических процессах. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016619734 от 26.08.2016

24. Савинова А.Д., Коровкин С.Ю. Методика когнитивного мониторинга решения задач с помощью конфликтных зондов-мониторов. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016662681 от 18.11.2016

ГЛАВА I. РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ОБ ИНСАЙТНОМ РЕШЕНИИ

1.1. Проблема феноменологии творческого решения в психологии мышления

Исследования творческого мышления продолжаются более века и по-прежнему вызывают бурные споры между учеными (Ohlsson, 2011; Weisberg, 2015). С одной стороны, феноменология научного открытия и порождения новых идей в той или иной степени известна каждому в виде исторических легенд или случаев из личного опыта. С другой стороны, до сих пор нет общепризнанной точки зрения на природу подобных озарений.

Исторически первым источником знаний об озарении и научном открытии являются истории о выдающихся ученых и философах, которые распространяются в виде мифов, легенд и ярких примерах, использующихся на школьных и университетских занятиях. Легенда об Архимеде, погрузившемся в ванну, решая задачу о содержании металла в короне правителя Сиракуз, по всей видимости, появляется впервые в работах Витрувия (Biello, 2006), спустя несколько веков после смерти Архимеда. Легенда о падении яблока, натолкнувшем И. Ньютона на открытие закона всемирного тяготения, вероятнее всего, была выдумана самим И. Ньютоном в пылу борьбы с Р. Гуком за первенство в доказательстве закона всемирного тяготения (Харт-Дэвис, 2019, С. 46-48). Существуют три совершенно разные истории об открытии бензольного кольца Ф.А. Кекуле: по одной легенде он наблюдал как обезьяны взялись за руки (эта история по всей видимо создавалась как шутка), по другой – ему снился сон, в котором змея кусает свой хвост, в третьей истории, которую распространял К.Г. Юнг – ему снилась королевская свадьба (Browne, 1988; Rudofsky, Wotiz, 1988). Д.И. Менделеев сам никогда не рассказывал о том, что таблица с периодическим законом химических элементов пришла ему во сне. Источником этой легенды, по всей видимости, стал его

ученик А.А. Иностранцев, по-своему истолковавший небольшой отдых Д.И. Менделеева в конце напряженной работы над таблицей в день открытия (Кедров, 1970). Эти и другие истории, во многом, являются лишь красивыми запоминающимися иллюстрациями из жизни ученых, которые удобно использовать с целью мотивации к научной деятельности. На деле же, как мы понимаем, за всеми открытиями стоят месяцы и годы напряженной работы над формулированием правильной задачи, составлением необходимого набора элементов и эффективного представления задачи для поиска правильного пути решения.

В то же время, яркость и понятность таких примеров связана с личным опытом каждого мыслящего человека, в котором найдутся примеры того, как внезапно и неожиданно появлялось решение или идея в нерасполагающих для этого условиях: во время прогулки, спросонья, во время приема душа, мытья посуды и т.д. Приходящие во время таких ситуаций идеи относятся к некоторым задачам и вопросам, над которыми человек размышлял уже некоторое время до этого, но отложил, не найдя верный ответ. Таким образом, следует рассматривать озарение как некоторое решение или новый взгляд на проблему, которая до того казалась сложной или вовсе неразрешимой.

Несмотря на необходимость осторожного отношения к информации из исторических легенд и самоотчетов, важным источником для вдохновения исследователей являются анализ открытий Г. Галилея (Вертгеймер, 1987), Д.И. Менделеева (Кедров, 1970), Г. Уоллеса (Уоллес, 2008), а также самоотчеты Г. Гельмгольца (Гельмгольц, 2008), А. Пуанкаре (Пуанкаре, 2008), А. Эйнштейна (Адамар, 1970), в которых содержится богатый феноменологический материал в виде описания внешних и внутренних условий открытий и их поведенческих и субъективных результатов.

Наиболее ярким случаем, описанным в психологической литературе, является пример нахождения доказательства теоремы об автоморфных функ-

циях французским математиком А. Пуанкаре (Пуанкаре, 2008). В течение двух недель А. Пуанкаре ежедневно садился за письменный стол, перебирая возможные варианты, однако попытки не приводили к успеху. Не найдя верного доказательства, он покинул город, чтобы принять участие в геологической экскурсии. Идея решения пришла ему во время начала поездки «без всяких, казалось бы, предшествовавших раздумий» (Пуанкаре, 2008. С.622). А. Пуанкаре предложил теорию происхождения научного открытия, в соответствии с которой, для нахождения решения необходимо отвлечься и выйти из обычной ситуации. Решение будет, по его мнению, происходить на неосознаваемом уровне. Другой вопрос, волновавший ученого, касался того, каким образом, еще не найдя решения, человек оказывается уверен в том, что решение верное. А. Пуанкаре считал, что здесь играет роль красота найденного решения или красота пути, приводящего к нему.

Г. Гельмгольц (2008) говорил о том, что важнейшими факторами для научного открытия являются отвлечение и отдых, но к его описанию стоит добавить и наличие концентрации по отношению к задаче. Задача может быть эффективно решена, если решателя не тревожат другие проблемы, и он может полностью погрузиться в задачу, при этом до некоторой степени в отдохнувшем состоянии. А. Эйнштейн (Адамар, 1970) подчеркивает важную роль не логики, а некоторых неосознаваемых образов, чья игра приводит к необычным результатам. Таким образом, на основе самоотчетов ученых и того, как они находят решения, строятся многие теории инсайта и мышления (Пуанкаре, 2008; Уоллес, 2008). Стоит отметить, что зачастую открытия совершаются без какого-либо отдельного яркого события, поэтому подобные истории и самоотчеты – довольно редкое явление.

Весьма распространенной темой историй о научных открытиях является обнаружение аналогий, а популярные теории, посвященные нахождению нового, говорят о том, что необходимо перенести решение из одной ситуации в другую. Например, популярна история с открытием громоотвода Б. Фран-

клином в XVIII веке (Зельц, 2008). В ней говорится, что Б. Франклин придумал громоотвод, глядя на то, как летят воздушные змеи. В этот момент ему пришла в голову идея, что необходимо сделать «стержни, направленные в небо». Как и в предыдущих упомянутых случаях, он довольно долго предварительно изучал проблему управления молниями, поэтому решение и пришло к нему во время простого наблюдения за воздушными змеями.

Периодически в литературе, посвященной креативности, появляются упоминания об открытии печатного пресса И. Гутенбергом (Ohlsson, 2011; Weisberg, 2015). В его времена (XV век) существовала проблема печати больших книг, а перед ним самим была поставлена задача о необходимости распространения Библии. Печать Библии была выгодна с экономической точки зрения, но в ней слишком много страниц, чтобы печатать известными на тот момент методами. Для решения проблемы И. Гутенберг, с одной стороны, изменил практику вырезания на деревянных досках страниц целиком: он разбил их на отдельные символы, создав маленькие матрицы, идею чего он взял, если верить источникам, у игральных карт. С другой стороны, традиционная процедура печати состояла в том, что бумагу необходимо было накладывать на вырезанную на доске матрицу, после чего натирать ее чернилами. И. Гутенберг предложил не натирать бумагу, а выдавливать на ней символы, используя винодельческий пресс в качестве аналогии.

Еще один пример относится к 60-ым гг. XX века, когда Дж. Шварц изобрел мобильный сканер для цен. В то время существовали только стационарные сканеры, которые невозможно поднять, а для пробивания товара необходимо было перемещать сам товар, каким бы тяжелым он ни был. Наблюдая за тем, как дети играют игрушечными лазерными пистолетами, Дж. Шварцу пришла идея, что похожий принцип можно использовать в сканерах.

Создание нового считается традиционным критерием инсайта и научного открытия, что не исключает сложностей, возникающих вокруг вопроса о

том, что же считать по-настоящему новым. К таким сложностям относятся параллельные открытия; тот факт, что многие разработки совершаются пошагово, а разные шаги выполняются разными учеными; возможный плагиат, связанный с тем, что у двух открытий есть довольно большое количество общих элементов и т.д. В какой момент открытие является самостоятельным продуктом, а в какой – копией с небольшими изменениями? Где та грань, когда что-то перестает быть старым и становится новым? Если мы говорим об аналогиях, где происходит перенос идей из одних ситуаций в другие, то в каких случаях – это новый перенос, а в каких нет? Вопросы о новом носят философский характер и на них, вероятно, не получится дать однозначный ответ.

Например, для российской науки весьма болезненным вопросом является приоритет изобретения лампочки. В России считается, что первый изобретатель лампочки – инженер П.Н. Яблочков, предложивший форму лампы и использовавший в качестве нити накаливания уголь. При этом в остальном мире отцом лампочки считается Т. Эдисон. Открытие лампочки Т. Эдисоном было неинсайтным, так как в течение двух лет его лаборатория перебирала огромное количество разнообразных материалов для поиска максимально стабильного и долго сгорающего, чтобы разместить его в вакууме или колбе, заполненной азотом. После проверки 2500 материалов Т. Эдисон с коллегами остановились на вольфрамовой нити, лампочка с которой до сих пор встречается в домах. Данная иллюстрация призвана подчеркнуть, что грани нового весьма размыты, а открытие может происходить не только благодаря озарению.

Другим примером спорной ситуации является история об открытии технологии ЯМР (Ohlsson, 2011). П. Лотербур и П. Мэнсфилд в 2003 году получили Нобелевскую премию за разработку ядерно-магнитного резонанса (ЯМР) и его использование в медицине. Но один из создателей – Р. Дамадьян – утверждал, что именно он разработал большую часть технологий для поис-

ка раковых клеток с помощью ЯМР. В данном случае остается неясным, в какой момент разработки одного ученого считаются недостаточными для самостоятельного открытия, а в какой момент появляется важное дополнение к ранее известному. Стоит отметить, что данный случай демонстрирует не только сложность понимания степени новизны в открытии, но и то, как личность автора влияет на признание заслуг: возможно, заслуги Р. Дамадьена в открытии ЯМР не были признаны премией из-за его широкой псевдонаучной деятельности в других вопросах.

Ответ на вопрос о том, в какой момент появляется новое, во многом связан с тем, насколько сильный эффект открытие или действия оказали на остальную науку, практику и технологии. Для оценки степени влияния открытия необходимо переформулировать вопрос на «Что появилось существенного, меняющего нашу жизнь?» Прекрасной иллюстрацией того, как изменение запроса меняет успешность научной деятельности является история изобретение радара физиком Р. Уотсоном-Уоттом. Правительство Великобритании наняло его для изобретения «лучей смерти», убивающих вражеских пилотов во время Второй мировой войны с помощью радиоволн, которые должны были «вскипятить кровь» пилотов на расстоянии. Когда этот проект развалился, то разработанные идеи и имеющуюся команду было решено применить для другой цели: Р. Уотсон-Уотт предложил использование менее мощных радиоволн для отслеживания местонахождения самолета. Так появилась идея создать систему защиты, а не систему нападения. Решение, по большому счету, было одним и тем же, но переформулирование задачи и постановка другой цели сделали его прорывным.

Уникальные истории научных открытий являются одним из важнейших источников вдохновения для исследователей в области психологии творчества и творческого мышления. Однако психология мышления не должна представлять собой коллекцию исторических анекдотов и легенд, поэтому требуется систематическое экспериментальное исследование процес-

сов творческого решения. Истории научных открытий создают стереотипные, но интуитивно понятные представления, что, в конечном счете, тормозит развитие области исследований, создавая иллюзию того, что все уже известно. В то же время, реальность творческого процесса может быть значительно богаче и контринтуитивнее, чем наши представления о ней.

1.2. Классические теории творческого решения

Важной вехой в развитии знаний о творческом мышлении стали исследования В. Кёлера, посвященные решению задач человекоподобными обезьянами (Кёлер, 1930). В своих экспериментах он пытался продемонстрировать принципиальное отличие поведения высших приматов от поведения животных по принципу проб и ошибок, описанному в работах Э.Л. Торндайка (Торндайк, 2008). В. Кёлер показал, что обезьяны способны не только устанавливать верные причинно-следственные связи между событиями и использовать орудия для решения задач, но и делать это почти мгновенно (по сравнению с длительным периодом научения методом проб и ошибок) после периода «обдумывания». Это явление получило название *Einsight*, что изначально означало «проникновение в суть». По мнению В. Кёлера, решение задачи представляет собой понимание ситуации благодаря усмотрению всех необходимых для решения элементов задачи и их отношений. Механизм, стоящий за внезапным проникновением в суть, по мнению В. Кёлера и многих его последователей, представляет собой переструктурирование зрительного поля (ситуации), что фактически сводит проблему мышления к механизмам перцепции. Такой механизм удобен тем, что объясняет мгновенность решения и неосознанность предшествующих процессов. Однако он не может ответить на вопрос, почему переструктурирование заканчивается правильным решением, всегда стремится к правильным и простым формам, ведь для ответа необходимо объяснить, как связаны хорошие и простые формы с правильностью решений.

Сформировавшееся впоследствии направление гештальт-психологии мышления сформулировало ряд важных принципиальных теоретических вопросов, в частности о специфике продуктивного и репродуктивного мышления, механизмах поиска решения, структуре проблемы и т.д. Особый вклад в исследования гештальт-психологического подхода внесли К. Дункер, М. Вертгеймер, В. Кёлер, Л. Секей, Н. Майер (Дункер, 1965a,b; Кёлер, 1930; Вертгеймер, 1987; Секей, 1965a,b; Майер, 1965a,b). В отечественной психологии мышления данная ветвь представлена школой С.Л. Рубинштейна – исследования А.М. Матюшкина, А.В. Брушлинского (Брушлинский, 1979; Матюшкин, 1972; Рубинштейн, 1958) и мн. др. Основная идея данного течения формулируется в виде утверждения о ключевой роли целостности в мыслительном процессе. Таким образом, в центре изучения оказываются не вещи, обладающие свойствами и связями, а феноменальное поле, проблемная ситуация, целостная организация проблемы. Решить проблему – значит обнаружить необходимый аспект (свойство, функцию) элемента задачи, включенного в контекст конкретной ситуации, то есть найти его функциональное значение. Инсайт понимается как феномен, в основе которого лежит особый творческий процесс – реструктурирование феноменального поля. Теоретическая позиция гештальт-психологов в психологии мышления строилась на слабости ассоцианизма в отношении объяснения решения творческих задач. Гештальт-психологи стали утверждать, что решение творческих задач осуществляется без опоры на прошлый опыт, исключительно на основе ситуации, зрительного поля.

Основным оппонентом гештальтпсихологии в 1910-1920-ых гг. стал О. Зельц (Зельц, 2008; Selz, 1913; Selz, 1920). Его теория антиципирующего комплекса предвосхитила многие идеи информационного подхода в когнитивной психологии. О. Зельц попытался создать теорию, в которой инсайт и творческие открытия можно объяснить благодаря репродуктивным механизмам мышления – поиску имеющихся знаний в памяти человека. Предлагая

задания своим испытуемым (например, найти соподчиненное понятие для понятия «газета»), он показал, что испытуемые успешно справляются с ними вследствие наличия средств поиска решения. Поиск решения такой задачи осуществляется в виде целенаправленного поиска нужного ответа в опыте на основе антиципирующего комплекса. Согласно О. Зельцу, антиципирующий комплекс – это система критериев, ограничивающая поиск решения и формирующая представления о том, каким должен быть ответ (цель). Теория антиципирующего комплекса противостоит не только гештальт-психологам, но и ассоцианистским концепциям, объясняющим решение подобных задач через частотность связей между словами. По О. Зельцу, у решателя имеется сложная логическая система, определяющая критерии поиска правильного ответа. Фактически, он вводит идею семантической сети, где данные хранятся в базе знаний, и есть правила поиска внутри базы, обеспечивающие успех решения. Изначально решатель не знает, какой ответ верный, но есть набор критериев, по которому он может оценить, подходит ответ или нет. С помощью данного механизма О. Зельц пытался показать, что творческое решение возможно благодаря аналогиям. Аналогии возникают тогда, когда решатель замечает, что одна задача похожа на другую задачу, которую он решал ранее. То есть при отсутствии средств для решения задачи решатель может попробовать применить средства для решения сходных задач, тем самым совершив перенос по аналогии. Этим О. Зельц заложил основу для идеи, используемой при создании ранних вариантов искусственного интеллекта и информационной теории мышления. Теория антиципирующего комплекса позволяла преодолеть загадочный ореол творческого мышления, предложив достаточно детальный механизм решения творческой задачи. В то же время, эта теория исходит из того, что задача может быть решена только в том случае, если в памяти решателя уже фактически имеется готовое решение. Последний постулат стал важнейшим пунктом критики теории О. Зельца со стороны гештальт-психологов.

Одной из ключевых фигур в области психологии творческого мышления, оставившего заметный след в формировании современной психологии, можно назвать К. Дункера (Дункер, 1965а, б) – ближайшего ученика В. Кёлера. Он смог синтезировать все современные на начало XX века идеи в области психологии мышления (Simon, 1999) – идеи гештальтпсихологии, Вюрцбургской школы, в частности, О. Зельца, и даже отчасти бихевиоризма – и создать теорию, определившую движение мысли значительной части исследователей в области психологии мышления. Его влияние распространилось и на терминологию: именно он ввел в обиход психологов мышления в качестве основного объекта изучения «малые творческие задачи» (они же «дункеровские задачи» или «инсайтные задачи»). К. Дункер обнаружил, что испытуемые довольно плохо решают творческие задачи, тратя на них продолжительное время, однако, модифицируя условия задач, можно существенно упростить или усложнить их решение.

Один из важнейших механизмов, определяющих трудность решения творческих задач, обнаруженных К. Дункером, – функциональная фиксированность, представляет собой влияние опыта предыдущего использования предметов в задаче. Например, в задаче со свечой испытуемым необходимо прикрепить свечу к деревянной стене, используя любое сочетание следующих предметов: свеча, спички, канцелярские кнопки, коробка. Задача предъявлялась в двух возможных условиях: а) с предварительной фиксацией (кнопки лежат внутри коробки, фиксируя основную функцию коробки – быть контейнером); б) без предварительной фиксации (кнопки высыпаны на стол, коробка лежит отдельно). Для правильного решения необходимо поставить свечу внутрь пустой коробки, а саму коробку прикрепить кнопками к стене. В условии с предварительной фиксацией, когда кнопки лежат внутри коробки, задача невероятно сложна. Таким образом, воспринимаемая ситуация может затруднять или облегчать решение задачи, подчеркивая отдельные

функции предметов. В данном случае наличие кнопок внутри подчеркивает функцию коробки, как контейнера.

По мнению К. Дункера, решение может происходить через понимание внутреннего конфликта задачи. В каждой задаче есть некоторое противоречие между тем, что есть в наличии, и тем, чего необходимо достичь. Анализируя, каких элементов не хватает для решения, можно прийти к его нахождению. Например, интерпретируя решение задач человекоподобными обезьянами в экспериментах В. Кёлера, К. Дункер показывает, что в задаче с дотягиванием до банана обезьяна должна понять, что её конечность недостаточно длинна, а значит, необходимо найти такое решение, которое поможет избавиться от конфликта. Например, начать искать что-то, удлиняющее конечность. При этом оказывается, что для каждой новой задачи возникает свой конфликт, а решение задачи – это поиск внутри нее. По мнению К. Дункера, испытуемые не способны найти и абстрагировать структуру задачи и, как следствие, не способны к переносу с одной задачи на аналогичную. Это один из ключевых моментов теории К. Дункера, он считает, что сама ситуация фиксирует человека, а единственный способ решения – анализ задачи изнутри. Совершение аналогии, по его мнению, – это достаточно трудный шаг.

Термин *Einsight*, перекочевав в английский язык и став общеупотребительным в виде *insight*, смешался со значением «озарение», означающим неожиданное, мгновенное решение задачи (Валуева, Медынцев, Ушаков, 2018). Теоретически для гештальтпсихологии проникновение в суть и мгновенность решения задачи определялись одно через другое. Поскольку оба значения слова «инсайт» используются слитно, то это значительно затрудняет жизнь современным исследователям, поскольку не вполне ясно, что использовать в качестве основного критерия моделирования инсайта – мгновенный характер или схватывание структуры задачи. Феномен неожиданного обнаружения решения после продолжительного периода бездействия, в котором, как кажется, не происходит каких бы то ни было действий, имеет мно-

жество трактовок и объяснений, за каждой из которых стоит определенная база фактов и аргументов. Так или иначе, большинство исследователей сходятся в том, что обнаружение решения происходит в результате некоторых когнитивных процессов. Однако природу этих процессов исследователи оценивают по-разному.

Развитие представление о механизмах мышления как решения задач в первой половине XX века проходило при значительном влиянии гештальтпсихологии, в рамках которой считалось, что основное ограничение в задачах носит перцептивно-функциональный характер. Сама задача, способ её представления, расположение предметов, формулировка слов и то, как испытуемый видит задачу, определяет то, как он будет её решать и сможет ли решить. Перцептивные и вербальные признаки задачи способны фиксировать на определенных свойствах предметов, затеняя иные, латентные свойства. Относительно независимой точкой зрения на мышление стала теория О. Зельца, в которой важное место заняла идея об абстракции средств и возможности переноса структуры задачи. В этой теории ключевым моментом является предположение о существовании структуры задачи, которая, с одной стороны, предвосхищает ответ на основе списка требований к итоговому решению, а с другой стороны, может быть эксплицирована для переноса с одной задачи на другую.

1.3. Специфический и неспецифический подходы

Поскольку классические теории мышления во многом строились на основе феноменологического подхода, экспериментальная когнитивная психология относится к их теоретическим конструкциям и феноменам весьма осторожно. Более того, феномен инсайта стал частью популярной культуры и овеян почти мистическим духом загадочности и неясной причинности. Многие теоретики и экспериментаторы видят задачей научного исследования демистификацию этого явления и сведение его к набору понятных, регистриру-

емых и хорошо описанных когнитивных механизмов (Bowden, Jung-Beeman, Fleck, Kounios, 2005; Seifert, Meyer, Davidson, Patalano, Yaniv, 1995; Smith, 1995; Weisberg, 2013).

В 80-90-ые гг. XX века сложились два подхода, обеспечивших борьбу между исследователями на ближайшие 30 лет. Это было соперничество между специфическим и неспецифическим подходами к инсайту. Специфический подход утверждает, что существуют специальные процессы, обеспечивающие инсайтное решение. Причем эти процессы отличаются от аналогичных, протекающих в решении алгоритмизированных, комбинаторных и любых других неинсайтных задач. Неспецифический подход в литературе носит разные названия: часто его именуют «*nothing special approach*» (ничего особенного) или «*business as usual*» (обычное дело). Данный подход утверждает, что в решении инсайтных задач нет специфических механизмов, отличающих его от задач иных типов (Davidson, 2003).

Борьба подходов начинается в середине 1980-ых гг., после того как Дж. Меткалф опубликовала серию работ, в которых было показано, что при решении инсайтных и неинсайтных задач проявляется разная метакогнитивная осведомленность о процедуре решения (Меткэлф, Вибе, 2008; Metcalfe, 1986; Metcalfe, Wiebe, 1987). То есть испытуемые по-разному оценивают то, насколько они близки к решению. Например, в решении математических задач испытуемые могут сказать, что они постепенно приближаются к решению. В то время как в решении инсайтных задач постепенного приближения не наблюдается: только непосредственно перед решением испытуемый понимает, что нашел правильный путь, а всё остальное время он «блуждает в темноте». Эти исследования стали аргументом в пользу того, что процессы, задействованные в решении инсайтных задач отличны от процессов, задействованных в решении математических задач, по крайней мере, на метакогнитивном уровне. Это послужило толчком к возобновлению интереса к поиску специфических механизмов инсайта.

Теоретической основой для специфического подхода стали две теории, разработанные в середине 80-х гг., в которых предложены конкретные гипотетические процессы, которые приводят к инсайту. Теория изменения репрезентации С. Олссона (Ohlsson, 1984a, 1984b, 1992) попыталась объединить гештальт-психологию и информационный подход в лице теории задачного пространства, предложив когнитивные механизмы того, что на феноменальном уровне переживается как переструктурирование зрительного поля. С. Олссон выделил три когнитивных механизма, лежащих в основе инсайта: разработка, перекодирование и ослабление ограничений. Разработка представляет собой включение новой, или ранее казавшейся нерелевантной, информации в рассмотрение в решении. Декомпозиция чанка представляет собой механизм разделения объектов, казавшихся целостными и неделимыми, на части. Ослабление ограничений представляет собой механизм отказа от изначально выбранных способов решения задачи, ограничивающих возможности в решении. В дальнейших экспериментальных исследованиях была показана важная роль двух низкоуровневых механизмов инсайта: декомпозиции чанка и ослабления ограничений (Knoblich, Ohlsson, Haider, & Rhenius, 1999; Knoblich, Ohlsson, & Raney, 2001; Shen et al., 2016; Wu, He, Zhou, Xiao, & Luo, 2017; Zhang et al., 2015). Однако, как будет показано в главе 3, в ходе дальнейшего развития своей теории С. Олссон отказался от идеи трех специфических процессов, предположив, что изменение репрезентации можно объяснить более общим неспецифическим процессом перераспределения активации (Ohlsson, 2012).

Другой список специфических инсайтных процессов был предложен Дж. Дэвидсон (Davidson, 1995, 2003; Davidson, Sternberg, 1984). В этом списке представлены три процесса: селективное кодирование, селективное комбинирование и селективное сравнение. Под селективным кодированием понимается включение в задачу новых стимулов или набора стимулов, а также усмотрение свойств, которые ранее были не очевидны. Селективное комби-

нирование означает соединение элементов проблемной ситуации ранее неочевидным образом. Селективное сравнение происходит, когда решатель замечает связь между новой и приобретенной ранее информацией. Инсайт возникает тогда, когда кодирование, комбинирование или сравнение возникает не сразу после предъявления задачи, а после неудачных попыток решить задачу и результатом этих процессов является изменение репрезентации задачи. Однако данная теория не получила развития в экспериментальных исследованиях инсайтного процесса и нашла свое отражение лишь в исследованиях креативных способностей (Davidson, 2003).

Основным критиком специфического подхода стал Р. Вейсберг (Weisberg, 1992, 2013; Weisberg, Alba, 1981a, 1981b, 1982), который и обеспечил силу и популярность неспецифического подхода на протяжении многих лет. Р. Вейсберг выступал с критикой любых исследований в области инсайта, подчеркивая, что нет ни специфических процессов, ни необходимости вводить новые сущности для объяснения. Его критика сводится к тому, что инсайт, инсайтные задачи и феномены, обнаруживаемые в ходе решения, – это артефакты или эпифеномены. Дальнейшая поддержка неспецифического подхода была получена в работах компьютерных программистов, моделирующих когнитивные процессы (Langley, Simon, Bradshaw, Zytkow, 1987). Разработанные программы моделируют некоторые мыслительные процессы и позволяют воспроизводить доказательства логических теорем и научные открытия. Никакие специальные продуктивные процессы для компьютерных программ при этом не требуются.

Неспецифический подход является реакцией на неудачи в полувековой истории поиска специфических продуктивных процессов, а также на своеобразную «магическую» ауру вокруг самого понятия «инсайт». Его идею можно кратко сформулировать в виде утверждения, что если не удастся обнаружить специфические инсайтные процессы, то, следовательно, инсайта не существует. В то же время, неспецифический подход не лишен ряда недостат-

ков. В первую очередь, исследователи в рамках данного подхода чрезмерно упрощают представления гештальт-психологов о независимости мышления от прошлого опыта (Dominowski, 1981). Во-вторых, попытки смоделировать научные открытия с помощью компьютерных программ строятся на уже совершенных открытиях и не обязательно моделируют творческий процесс открытия принципиально нового (Брушлинский, 1979). В-третьих, некоторые исследования демонстрируют трудности в вербализации поиска функционального решения (Корнилов, 2000) и демонстрируют предварительное неосознаваемое внезапное обнаружение решения (Luwel, Siegler, & Verschaffel, 2008; Siegler, 2000; Siegler & Stern, 1998).

Борьба между подходами происходит на поле исследований различных когнитивных составляющих инсайта:

1) долговременная память

Сторонники неспецифического подхода указывают на ряд исследований, демонстрирующих, что решение инсайтной задачи откладывается на будущее, то есть ставится некая метка в том случае, если задача не решена сразу, а затем решатель возвращается к решению, когда находится необходимая информация (Seifert et al., 1995). В данном случае не нужно вводить никаких дополнительных инкубационных, неосознаваемых процессов, достаточно описать решение в хорошо известных когнитивной психологии терминах (запоминание (Seifert et al., 1995), забывание (Андерсон, 2002; Simon, 1977; Woodworth, 1938), узнавание (Ishikawa, Toshima, Mogi, 2019; Ludmer, Dudai, Rubin, 2011; Muth, Carbon, 2013) и т.д.).

2) рабочая память и управляющие функции

Многие исследователи пытаются выявить, важен ли управляющий контроль для решения инсайтных задач (Ash, Wiley, 2006; Beilock, DeCaro, 2007; Camarda et al., 2018; Chávez-eagle, 2007; Chein, Weisberg, 2014; Chuderski, 2014; Chuderski, Jastrzębski, 2017, 2018; Cinan, Doğan, 2013; De Dreu, Nijstad, Baas, Wolsink, Roskes, 2012; DeCaro, Van Stockum, Wieth, 2016;

Engle, Kane, Tuholski, 1999; Gilhooly, Fioratou, 2009; Gilhooly, Murphy, 2005; Korovkin, Vladimirov, Chistopolskaya, Savinova, 2018; Korovkin, Vladimirov, Savinova, 2014; Lavric, Forstmeier, Rippon, 2000; Lebed, Korovkin, 2017; Lv, 2015; Ricks, Turley-Ames, Wiley, 2007; Van Stockum, DeCaro, 2010; Vandervert, Schimpf, Liu, 2007; Wiley, Jarosz, 2012; Владимиров, Коровкин, Лебедь, Савинова, Чистопольская, 2016). Управляющий контроль отвечает за выполнение сложных когнитивных действий, правильную последовательность операций, планирование событий и корректировку результатов (Abraham, Beudt, Ott, & Yves Von Cramon, 2012; Baddeley, 2002; Dietrich, 2004; Hambrick & Engle, 2003; Hassin, Bargh, Engell, & McCulloch, 2009; Lavie, Hirst, de Fockert, & Viding, 2004; Reverberi, Toraldo, D'Agostini, & Skrap, 2005; Robbins et al., 1996; Unterrainer & Owen, 2006). Считается, что если контроль в инсайтном решении важен, то это аргумент в пользу неспецифического подхода (см. обзор в Chuderski, 2014). Однако это не обязательно так, поскольку часть ресурса управляющего контроля может быть задействована на специфический процесс изменения репрезентации (Савинова, 2020).

3) рациональные эвристики и правила решения задач

Неспецифический подход утверждает, что в инсайтных задачах используются и могут использоваться рациональные эвристики, то есть некоторые правила, с помощью которых решатель может прийти к цели, не используя каких бы то ни было дополнительных специфических процессов (MacGregor, Ormerod, & Chronicle, 2001).

На сегодняшний день, спустя 30 лет споров, складывается впечатление, что граница между специфическим и неспецифическим подходом становится чрезвычайно размыта. Например, Р. Вейсберг в своей недавней работе (Weisberg, 2015) говорит о том, что все его исследования по-прежнему актуальны, неспецифический подход объясняет существенную часть решения инсайтных задач, но при этом всё равно существует некий специфический, до-

полнительный механизм, который до сих пор не объяснен. Ещё один вывод, который можно сделать по итогам данной борьбы, – переход от исследований инсайтных и неинсайтных задач к инсайтным и неинсайтным решениям. Исследование типов решений предполагает, что мы не знаем точно, является задача инсайтной или нет, но можем сделать вывод об этом, исходя из субъективной оценки испытуемого.

1.4. Критерии инсайта

В области исследований инсайтного решения существует множество определений центрального понятия – инсайта. Это порождает проблему внутридисциплинарной омонимии, когда исследователи лишь при первом приближении занимаются изучением одного предмета, в то время как одним названием они обозначают разные реальности. Поэтому для наших дальнейших рассуждений требуется определиться с признаками ключевого понятия или, другими словами, обозначить операциональные критерии инсайта (Логинов, Спиридонов, 2019). Среди отличительных признаков инсайта многие авторы называют следующие: оригинальность (творческий характер) решения задачи (Брушлинский, 1979; De Dreu, Nijstad, Baas, Wolsink, Roskes, 2012), расширение границ, «выход за пределы» задачи (Burnham, Davis, 1969), преодоление фиксированности (Владимиров, Павлищак, 2015; Keane, 1989; Öllinger, Jones, Knoblich, 2008), субъективная внезапность, мгновенность решения задачи (Davidson, 1995; Kounios et al., 2006), наличие инкубационного (внешне-пассивного) периода решения задачи (Валуева, 2016; Segal, 2004; Seifert et al., 1995), наличие ага-реакции или ага-переживания (Branchini, Savardi, Bianchi, 2015; Kounios, Beeman, 2009; Luo, Knoblich, 2007; Metcalfe, Wiebe, 1987), установление основного конфликта задачи и разрешение (Дункер, 1965; Dietrich, Kanso, 2010), наличие тупика в решении (Владимиров, Маркина, 2017; Fedor, Szathmáry, Öllinger, 2015; Ohlsson, 1992, 2011; Öllinger et al., 2014b), решатели не могут сообщить о тех процессах, которые

ведут от тупика к решению (Bowden, 1997; Schooler, Mrazek, Baird, Winkielman, 2015; Siegler, Stern, 1998).

Необходимость «выхода за пределы» традиционно считается необходимым признаком инсайта, однако этот атрибут скорее является необоснованно расширительно-метафорической трактовкой затруднения в решении задачи «9 точек»¹. В зависимости от задачи, выход за пределы будет значительно отличаться – в одном случае необходимо выйти за пределы визуально воспринимаемой конфигурации, в другом случае – нужно выйти за пределы актуализированного опыта, в третьем – за пределы допустимых ожиданий относительно цели и т.д. Данный критерий выглядит очень неконкретным и не может использоваться для строго научного изучения инсайта, хотя создает иллюзию понимания у слушателей, изучающих курс или проходящих тренинг креативности. Кроме того, было показано, что выход за пределы визуально воспринимаемого квадрата не является единственным и даже решающим источником трудности в задаче «9 точек» (Chronicle, Ormerod, MacGregor, 2001; Kershaw, Ohlsson, 2004; Weisberg, Alba, 1981a).

Мгновенность переживания инсайтного решения – это удобный исследовательский критерий, который широко используется, например, в парадигме ЭЭГ-измерений (Jung-Beeman et al., 2004; Медынцеv, 2017). В то же время оспаривание тезиса о мгновенности инсайта является одной из ключевых идей в наследии А.В. Брушлинского и О.К. Тихомирова в экспериментальной психологии мышления. В работах А.В. Брушлинского были приведены иллюстрации того, как происходит семантическая разработка задачи, приводящая к последовательному решению после переструктурирования репрезентации (Брушлинский, 1979). Исследования, проведенные в группе О.К. Тихомирова (Виноградов, 1972; Виноградов, 1979; Васильев, Поплужный, Тихомиров, 1980), демонстрируют наличие эмоциональной реакции, ко-

¹ Классическая инсайтная задача, в которой предъявляются 9 точек, образующих матрицу 3*3, а испытуемому требуется соединить точки четырьмя прямыми линиями, не отрывая карандаша от бумаги.

тору authors связывают с догадкой за несколько секунд до озвучивания решения. Таким образом, в трудах отечественных психологов был поставлен под сомнение распространенный тезис о том, что инсайт – это внезапное нахождение полного решения, которое в целостном виде оказывается в сознании решателя. В современной экспериментальной психологии мышления идея немгновенности инсайта получает все больше подтверждений. Убедительным результатом являются данные, полученные Дж. Эллис на материале анаграмм о том, что за несколько секунд до нахождения решения испытуемые начинают игнорировать нерелевантные элементы (Ellis, Glaholt, Reingold, 2011). В целом, эти данные получают подтверждение при попытках воспроизвести данную находку (Лазарева, 2014; Лаптева, 2016). Другие исследования демонстрируют, что даже при отсутствии инсайта испытуемые обладают частичным знанием решения, например, способны отличить решаемые и нерешаемые задания в тесте отдаленных ассоциаций (Bowers, Regehr, Balthazard, Parker, 1990). Также при увеличении времени предъявления анаграмм повышается способность испытуемых оценивать решаемость анаграммы (Novick, Sherman, 2003), что говорит о необходимости последовательных аналитических процессов в решении задач. В серии наших исследований было показано, что в решении инсайтных задач наблюдается возрастание загрузки рабочей памяти до обнаружения решения, что говорит о постепенном приближении к решению и согласуется с идеей о немгновенности инсайта (Владимиров и др., 2016; Коровкин, Владимиров, Савинова, 2014; Коровкин, Савинова, Владимиров, 2016; Коровкин, Савинова, 2016; Лунева, Коровкин, 2019; Савинова, Коровкин, 2019; Korovkin, Vladimirov, Savinova, 2014; Korovkin et al., 2018; Savinova, Korovkin, 2019).

Несмотря на то, что в определения инсайта и творческого мышления часто включают *оригинальность решения*, например, в виде «открытия существенного нового» (Брушлинский, 1979), определить степень новизны, как правило, достаточно трудно. Не ясно, какая новизна должна быть получена

вследствие творческого решения – субъективная или объективная. К тому же новизна может быть получена вследствие вполне хорошо определенных не-творческих процессов, таких как перебор, как это показано выше на примере «открытия лампочки» Т. Эдисоном. Поэтому данный признак также не может считаться ключевым свойством инсайтного решения.

Кроме перечисленных критериев, понятие инсайта находится в тесной связи с рядом близких понятий и явлений, за каждым из которых стоит собственная парадигма исследований, терминологический аппарат и объяснительные механизмы. К таким понятиям, в частности, относятся инкубация, функциональная фиксированность и ага-переживание. За этими понятиями стоят широкие области исследования, но до конца не понятно каково их соотношение с понятием инсайта. Мнения исследователей диаметрально расходятся, образуя полюса от полной идентификации и даже подмены понятий до отрицания связи инкубации, функциональной фиксированности и ага-переживания с инсайтом (Ohlsson, 1992).

Рассматривать *наличие инкубационного (внешне-пассивного) периода* в качестве основного критерия инсайта достаточно сложно, потому что в лабораторных условиях практически невозможно использовать задачи, требующие длительного периода размышления и инкубации. К тому же понятие инкубационного периода уже подразумевает под собой определенную теоретическую рамку, связанную с наличием неосознаваемой переработки информации, что требует отдельного доказательства. Традиционно инкубация рассматривается как необходимый период перед инсайтом или озарением, что впервые в форме теоретической модели было высказано Г. Уоллесом (Wallas, 1926; Уоллес, 2008). Он описал четыре стадии творческого процесса: 1) подготовка – поиск необходимой для решения информации и начало сознательной работы над проблемой; 2) инкубация – период неосознаваемого процесса работы над задачей, внешне свободный от сознательного решения задачи; 3) озарение – этап, на котором решатель внезапно понимает, как решить про-

блему; 4) верификация – период доработки решения, проверка правильности решения (Уоллес, 2008). Несмотря на то, что в последнее время нередко высказывается сомнение в существовании именно такой последовательности этапов (Dorfman, Shames, Kihlstrom, 1995; Öllinger, Jones, Knoblich, 2014a; Sadler-Smith, 2015), четырехстадийная модель всё еще рассматривается как общепринятая.

С одной стороны, существуют сомнения в самом существовании каких бы то ни было специфических активных процессов во время инкубации. С этой точки зрения в инкубации нет ничего особенного, кроме забывания неправильных попыток решения (Андерсон, 2002; Simon, 1977; Woodworth, 1938). Этот подход подразумевает, что инкубация – это временный период, характеризующийся стиранием эвристик, стратегий и последствий неправильных решений. Умственная фиксированность, возникающая на ранних стадиях решения задачи, может быть преодолена благодаря простому забыванию актуальных схем, следовательно, эффективность решения задач должна быть прямо связана с длительностью периода инкубации (Dodds, Ward, Smith, 2004; Sio, Ormerod, 2009). Например, при условии относительно длительного периода инкубации испытуемые, которые забывают ложные слова-подсказки, более успешно справляются с решением ребусов (Smith, Blankenship, 1989). Забывание может рассматриваться в качестве механизма инкубации, однако оно не может объяснить те случаи успешного решения, когда с момента предъявления не было фиксации на неправильных способах решения. Некоторые исследователи полагают, что инкубация больше требуется для переключения внимания, чем для забывания (Segal, 2004). Переключение внимания должно быть относительно быстрым и спонтанным, что предсказывает отсутствие положительной связи между эффективностью решения задач и длительностью инкубации. В последнее время эта идея получила развитие в рамках парадигм блуждания мыслей (*mind-wandering*) и осознанности (*mindfulness*), где инкубация рассматривается как период, в кото-

ром решатель изменяет режимы работы контроля и внимания (Ермакова, Владимиров, 2017; Baird et al., 2012; Ostafin, Kassman, 2012; Seli et al., 2017; Zedelius, Schooler, 2015). Есть и другие возможные объяснения отсутствию наблюдаемой активности в инкубационном периоде в рамках неспецифического подхода: нерешенные задачи могут сохраняться в памяти в ожидании подсказок из внешней среды, которые помогут решить задачу благодаря внесению новой информации (Seifert et al., 1995). В соответствии с этой точкой зрения, инкубация может рассматриваться как активный процесс ожидания релевантной информации, который требует использования долговременной рабочей памяти.

С другой стороны, существуют такие модели инкубации в решении инсайтных задач, которые предполагают существование специфических бессознательных процессов, отличных от сознательных механизмов. Есть множество данных в поддержку того, что решение может быть найдено до того, как решатель его осознает. Так, исследование решения анаграмм с использованием регистрации движения глаз показало, что испытуемые фокусируют свое внимание на той части анаграммы, которая связана с решением, еще до его осознания (Ellis, 2012; Ellis, Glaholt, Reingold, 2011). Авторы приходят к выводу, что до нахождения решения уже имеется неосознаваемое знание о нем. Кроме того, было показано, что, решая серию арифметических задач, дети младшего школьного возраста начинают использовать новые методы и стратегии решения задолго до того, как они смогут дать о них вербальный отчет (Siegler, 2000). Также есть подтверждения влияния неосознаваемых подсказок на процесс инсайтного решения (Bowden, 1997; Thomas, Lleras, 2009; Werner, Raab, 2013), в то время как прямые вербальные подсказки неэффективны (Weisberg, Alba, 1981a). Время, в которое будет предъявлена подсказка, также влияет на успешность: решатель должен какое-то время поработать с задачей, чтобы понять подсказку, но слишком большое время взаимодействия увеличивает количество неверных решений (Moss, Kotovsky,

Sagan, 2011). Даже учитывая существенные доказательства, подтверждающие идею бессознательных процессов в инкубации решения, общая модель бессознательной обработки информации при решении проблем отсутствует. Один подход основан на идее о двух отдельных, но конкурирующих системах: Система 1 и Система 2 (Канеман, 2014) или сознательного и бессознательного режимов мышления (Dijksterhuis, Nordgren, 2006). Согласно этим моделям, отвлечение внимания от сознательного мышления или его перегрузка могут облегчить бессознательную обработку информации. В то же время сознательное (логическое) и бессознательное (интуитивное) мышление можно рассматривать не только как независимые системы, но и как уровни (слои) одного процесса (Пономарёв, 1976; Lebed, Korovkin, 2017; Аллахвердов и др., 2015; Валуева, Ушаков, 2017). Во время процесса творческого решения решатель поднимается из инфантильных форм интеллекта в сторону генетически более зрелых методов решения. В случае провала в решении, решатель возвращается к самым низким, генетически более древним, уровням мышления. Другой подход пытается описать процессы, лежащие в основе инкубации, в терминах семантических и нейронных сетей (Hélie, Sun, 2010; Langley, Jones, 1988; Martindale, 1995; Sio, Rudowicz, 2007). Процесс инкубации считается постепенным, но быстрым изменением активации в сети и созданием отдаленных ассоциаций. Этот подход объясняет влияние семантических подсказок во время инкубации, протраивающих ассоциативные связи между разрозненными элементами решения, в то время как другие эффекты гораздо труднее интерпретировать в данных терминах.

Механизмы бессознательной обработки обычно описываются общими терминами и их трудно исследовать экспериментально. Некоторые из известных механизмов инсайтного решения, такие как ослабление ограничений (отключение правил, поддерживаемых функциональной фиксированностью) и декомпозиция чанков (расщепление фрагментов информации, воспринимаемых как целое) (Кноблих, Олссон, Рэни, 2011; Öllinger, Jones, Faber, &

Knoblich, 2013) трудно рассматривать либо исключительно как сознательные, либо как бессознательные. Одна из потенциальных причин, по которым данные, полученные разными исследователями, настолько противоречивы, заключается в использовании различных задач, моделей инкубации и способов влияния на нее. Кроме того, разные этапы решения проблем могут содержать различные процессы, лежащие в их основе.

Термин инкубация изначально использовался как объяснительный механизм. Однако на сегодняшний день можно констатировать, что накоплено слишком мало данных в пользу того, что творческое решение происходит во время инкубации на основе неосознаваемых процессов решения. Все больше экспериментальных данных говорят о забывании, перераспределении активации или отвлечении как о механизмах влияния инкубации на решение. Более того, термин инкубация в последнее время все меньше используется как объяснительный механизм, а все больше для обозначения методики, в которой испытуемый отвлекается от решения основной задачи и ему дается либо отдых, либо дополнительное задание.

Ряд исследователей рассматривают инсайт как *преодоление функциональной фиксированности или мыслительной установки*, как её обратную сторону (Владимиров, Павлищак, 2015; Keane, 1989; Öllinger, Jones, Knoblich, 2008). Данный феномен был выявлен К. Дункером (Дункер, 1965b, С.199-200) и получил свою разработку в наши дни (Bilalić, McLeod, Gobet, 2008a,b; Cassotti, Camarda, Poirel, Houdé, Agogué, 2016; Defeyter, German, 2003; German, Barret, 2005; German, Defeyter, 2000; Koppel, Storm, 2014; McCaffrey, 2012; Patrick, Ahmed, 2014; Ricks, Turley-Ames, Wiley, 2007; Solomon, 1994; Truxaw, Krasnow, Woods, German, 2006; Wright, Boot, Brockmole, 2015). Под функциональной фиксированностью принято понимать феномен когнитивной установки, который состоит в том, что при решении задач испытуемый рассматривает возможности использования предметов только в их наиболее явной функции, затрудняясь предложить нестандартные способы примене-

ния для решения возникшей проблемы. В классических работах К. Дункера было показано, что фиксированность может быть обусловлена не только зрительно воспринимаемыми, но и функциональными факторами. Примером зрительно воспринимаемой фиксированности является шимпанзе, которому необходима палка для притягивания банана и который не может воспользоваться веткой, поскольку ветка выступает в качестве части дерева. Таким образом, ветка на дереве оказывается менее «доступной», чем палка, лежащая на земле. Примером фиксированности, вызванной функциональными факторами, является ряд исследований, проведенных К. Дункером, где данный феномен изучался в ситуациях, когда необходимый объект предварительно использовался испытуемым в иной функции (Дункер, 1965b).

В классических исследованиях функциональной фиксированности была выявлена связь между формой представления задачи и силой функциональной фиксированности испытуемых. Р. Адамсон (Adamson, 1952) повторил один из экспериментов К. Дункера на примере задачи со свечой, показав, что способ предъявления задачи (объекты либо находятся в функциональной связи друг с другом, либо предъявляются отдельно друг от друга) играет решающую роль в появлении феномена функциональной фиксированности. В работе Г. Бёрча и Г. Рабиновича (Birch, Rabinowitz, 1951) на материале классической задачи Н. Майера с двумя шнурами (Майер, 1965a) было показано, что испытуемые, имея предварительный опыт использования определенного предмета в его прямой функции, исключали его из рассмотрения при поиске тяжелого предмета, который можно подвесить к одному из шнуров, чтобы сделать маятник. В экспериментах А. и Э. Лачинсов (Luchins, Luchins, 1950) на материале задач на переливание было показано, что предварительная серия однотипных задач препятствует обнаружения другого, более простого решения. Таким образом, факторами, создающими функциональную фиксированность и установку, могут быть функциональные отношения между предметами в визуально воспринимаемой ситуации, предварительный опыт

использования предметов в других функциях, а также опыт решения серии задач с одинаковой процедурой (то есть процесс процедурализации).

Ряд более современных исследований в основном посвящен анализу факторов снятия функциональной фиксированности. В частности, выявлено влияние формы инструкции на функциональную фиксированность (Frank, Ramscar, 2003; Chrysikou, Weisberg, 2005) и описана возможность создания дефиксирующих инструкций. Снять эффект установки можно и за счет варьирования нерелевантных признаков, делающих задачи в серии менее похожими (Тухтиева, 2014), а также путем перегрузки рабочей памяти, в рамках которой удерживается процедура решения в серии задач (Владимиров, Карпов, Лазарева, 2018; Владимирова, Смирницкая, 2018). Получены данные о том, что предварительное решение более простой задачи с функциональной фиксированностью позволяет совершить перенос решения на более сложную задачу (Solomon, 1994; Dunsik, Latour, 1996).

Исследования когнитивного развития показывают существование феномена иммунитета к функциональной фиксированности. Так, при проведении экспериментов на детях в возрасте 5 лет не было обнаружено признаков наличия у них данного феномена, в то время как его первые признаки появляются в возрасте около 6 лет (German, Defeyter, 2000). Этот феномен может быть связан как с созреванием управляющих функций, таких как контроль, так и с освоением культурно специфического знания о свойствах предметов. Кросскультурные исследования (German, Barret, 2005) подтверждают культурную обусловленность функциональной фиксированности: представители технологически обедненных культур, у которых нет культурно заданных свойств используемых в эксперименте предметов, не проявляют эффекта функциональной фиксированности при актуализации «центрального» свойства предмета.

Затруднения в решении могут быть связаны не только с влиянием только что актуализированной информации в виде короткой серии задач или

способа предъявления задачи, актуализирующего более заметные свойства предметов. Трудность может быть обусловлена «эффектом длинной серии» (Владимиров, Павлищак, 2015), которая связана с многолетним опытом решения некоторых типовых задач, то есть с экспертностью. Например, Дж. Уайли (Wiley, 1998) показала, что экспертность студентов в области бейсбола препятствует в поиске альтернативных значений слов и выражений в тесте на отдаленные ассоциации. Опыт игры в шахматы и высокая экспертность не позволяют увидеть более простые и изящные решения при доступности стандартного способа (Bilalić, McLeod, Gobet, 2008b).

Функциональная фиксированность и её преодоление не всегда могут претендовать на то, чтобы быть основным критерием инсайта. Требуется специальная проверка того, насколько тупик определяется предыдущей фиксированностью и можно ли свести все возможные тупики к ней. На наш взгляд, по крайней мере, в некоторых случаях, стоит разводить затруднения, связанные с фиксированностью, обусловленной установкой, и инсайт. Так, например, в ряде задач, чаще всего арифметических, используется прием увода решателя в сторону (*misleading*), вследствие которого решатель актуализирует более простые способы решения, не меняя кардинально репрезентацию задачи. Говоря в терминах теории А. Ньюэлла и Г. Саймона, решатель остается в рамках того же задачного пространства, но выбирает менее эффективный оператор среди доступных. К таким задачам, например, относятся задачи «лилии» («кувшинки»)² и «улитка»³.

В последние пять лет новую жизнь получили исследования *ага-переживаний как субъективной реакции, традиционно связываемой с инсайтом*. Как было показано, ага-переживание является сложным метакогнитивным чувством, состоящим из различных чувств и эмоций (Danek, Wiley,

² В пруду растут кувшинки. Каждый день их количество увеличивается в два раза. Если для того, чтобы они полностью заполнили озеро требуется 48 дней, то сколько дней нужно, чтобы они покрыли половину озера?

³ Улитка взбирается на гладкое дерево высотой 15 м. В течение каждого дня она поднимается на 5 метров, но каждую ночь во время сна соскальзывает вниз на 4 м. В течение каких суток улитка достигает вершины дерева?

2017). Согласно А. Данек и Дж. Уайли, в его составе можно выделить такие компоненты, как удовольствие, удивление, внезапность, расслабление, чувство определенности, которое формируется в результате нахождения решения, и общий драйв, позволяющий продолжать решать задачи. В виду сложности ага-переживания оно может играть различные функции и встречаться в разных фазах решения. Так, в ряде случаев, ага-переживание может встречаться в середине решения, то есть еще до того, как найден правильный ответ.

Для ага-переживаний, возникающих в середине решения, можно выделить, по крайней мере, две функции. Первая – функция обратной связи, которая состоит в маркировании перспективных для продвижения к цели гипотез. Обнаружение перспективной ветви решения дает дополнительное подкрепление, драйв для того, чтобы дорешать задачу до конца и закрепить данную ветвь (гипотезу) среди прочих гипотез в ходе решения (Виноградов, 1979; Васильев и др., 1980). Более подробный анализ данной точки зрения проведен нами в недавней работе (Коровкин, 2018).

Вторая функция состоит в поддержании социального взаимодействия, поскольку, как правило, решение творческих задач носит характер социальной игры и происходит в диаде решатель-экспериментатор. В одной из наших работ (Филяева, Коровкин, 2015) было показано, что разведение испытуемого и экспериментатора по разным комнатам в лаборатории приводит к снижению явных ага-реакций.

Для тех случаев, когда ага-переживание испытывается после или, по крайней мере, во время обнаружения решения, можно выделить уже более объемный список функций:

- 1) ага-переживание, как и в целом позитивная эмоция, может быть обычной положительной реакцией на обнаружение полного решения в рамках горизонта планирования. То есть ага-переживание происходит за счет то-

го, что весь путь от текущего состояния до конечного решения становится виден целиком в рабочей памяти решателя (Ohlsson, 1992).

2) ага-переживание может являться радостью от того, что решатель сдвинулся с мертвой точки, преодолел тупик (Ohlsson, 1992), при этом нет гарантии, что этот сдвиг приведет к правильному решению. Однако достаточно большое количество последних данных показывает, что в целом ага-переживание коррелирует с правильностью решения: если решение найдено с переживанием инсайта, то это, как правило, верное решение (Danek, Salvi, 2018).

3) ага-переживание может быть сигналом от интуиции, то есть ага-переживание является не чем иным, как сигналом бессознательной системы сознанию о том, что найдено решение или подходящий для него набросок. Так, бессознательное управляет фокусом сознания и обращает внимание на новое знание. Идея о сигнальной функции ага-переживания получила значительное развитие в современных исследованиях (Аллахвердов и др., 2015; Валуева, 2015, 2016; Валуева, Ушаков, 2015, 2017).

4) ага-переживание – это результат сознательной оценки успешности решения, когда сознательная система подкрепляет сама себя, найдя правильный ответ. Радость от обнаружения решения на сознательном уровне – обычная, неспецифическая форма подкрепления и оценки достижения.

5) ага-переживание может быть некоторой формой маркера на будущее (Danek, Fraps, von Müller, Grothe, Öllinger, 2013). Когнитивная система может вознаграждать за решение для того, чтобы закрепить его для более простого извлечения информации из памяти в будущем. Эта идея основана на данных, что из памяти легче извлекается та информация, которая релевантна переживаемой в данный момент эмоции. Тем самым, предполагается, что переживание положительной эмоции создает прайм для более легкого извлечения из памяти гораздо большего количества информации, поскольку хорошее настроение является для человека нормальным и большая часть ин-

формации связана именно с положительными эмоциями (Bower, 1981; Zajonc, 1980). Также можно предполагать, что подкрепление необходимо не только для запоминания правильного ответа или даже решения задачи, но и для подкрепления смены стратегии поведения на новый вариант. Подкрепление новых стратегий вместо старых выгодно организму, так как обеспечивает возможность гибкого изменения структуры поведения, что, в свою очередь, подстраивает организм под меняющуюся окружающую среду и способствует адаптации.

б) ага-переживание может быть эпифеноменом и не быть напрямую связанным с когнитивными механизмами инсайта. Например, было показано, что в классических инсайтных задачах ага-переживание встречается достаточно редко: в задачах со спичками с ага-переживанием решается около 42%, в задаче «8 монет» – только 18%, а в самой знаменитой инсайтной задаче «9 точек» лишь 2% решателей испытывают ага-переживание, найдя правильное решение (Daneke, Wiley, Öllinger, 2016).

Еще один тезис относительно того, что ага-переживание необязательно связано напрямую с когнитивными процессами инсайта, состоит в том, что похожие на ага-переживание чувства мы испытываем во многих случаях, не осуществляя при этом мыслительную деятельность. Подобные чувства могут возникать в ситуации распознавания перцептивного образа (Ishikawa et al., 2019; Ludmer, Dudai, Rubin, 2011; Muth, Carbon, 2013) или при припоминании, испытывая чувство на кончике языка (Choi, Smith, 2005; Schwartz, Metcalfe, 2010). Феномен ложных инсайтов, в которых решатель испытывает инсайтное чувство, но дальнейшие события показывают, что найдено неверное решение (Daneke, Wiley, 2017) демонстрирует, что ага-переживания могут возникать в ходе решения задачи часто и независимо от реального продвижения в решении. Таким образом, имеет смысл разделять эмоциональные реакции в виде ага-переживания и когнитивные процессы, которые необходимы для решения задачи.

Ага-переживание не подходит на роль основного признака инсайта, поскольку творческое решение как некоторый когнитивный процесс часто вообще не сопровождается им (Danek et al., 2016). И, наоборот, многие процессы, например, припоминание и опознание объектов, сопровождаются ага-реакцией. Таким образом, использование наличия ага-переживания как признака не способно отличить собственно мыслительный процесс от сопоставления задачи (в широком смысле) и цели.

В современных исследованиях можно выделить, по крайней мере, три *способа теоретических объяснений* явления инсайта: через мгновенное понимание, через установление отдаленных ассоциаций и через поиск решения. Как было показано нами выше, мгновенность не является существенным атрибутом творческого решения. Мгновенность решения связана с простотой, изящностью, автоматизированностью решений. Теоретическая основа, которая стоит за мгновенностью – это формирование новых гештальтов, объясняемых перцептивными законами хорошей формы, однако не объясняемых с точки зрения того, почему хорошее решение – правильное. В данном случае, этот объяснительный подход говорит о том, почему все гениальное просто, но кроме того требуется объяснить, почему все простое должно быть гениальным. Активное развитие нейронауки и коннекционистского подхода в компьютерных науках дает новое дыхание старому ассоцианистскому подходу в мышлении (Martindale, 1995; Sio, Ormerod, 2015). Неоассоцианизм предполагает, что процессы решения можно представить в качестве поиска связей в нейронных и семантических сетях, а инсайт (и здесь он обычно отождествляется с креативностью) является результатом установления отдаленных ассоциаций между семантическими узлами или нейронными ансамблями. Данное объяснение вполне удачно может объяснять ситуации дивергентного мышления, когда нет единственного верного решения, и цель состоит в установлении случайных связей. Однако, когда идет речь о решении творческих задач, то требуется объяснение целенаправленности и неслучайности поиска

решения, которое современные сетевые модели пока не дают. Мы будем исходить из того, что инсайт, творческое решение, является одним из феноменов поиска решения задачи, который состоит в необходимости преодоления тупика вследствие построения нерелевантной репрезентации. Основным механизмом преодоления тупика является изменение репрезентации как основы, на которой строится задачное пространство.

Наиболее близкими к нашим представлениям об инсайте являются *критерии наличия тупика* (Ohlsson, 1992) и *конфликта* (Дункер, 1965) в решении. Необходимо уточнить, что в данном случае под тупиком понимается конфликт между представлениями о задаче (тем, что имеется у решателя) и представлениями о цели (тем, как представляет решатель цель). При этом инсайтным мы будем считать решение, которое происходит в результате изменения репрезентации, то есть представлений решателя о том, что дано и требуется. Другими словами, инсайтное решение требует не поиска выхода из тупиковой ветви решения в задачном пространстве, как, например, это делает анализ целей и средств в теории задачного пространства, а изменения самого задачного пространства.

Выводы по главе

1.1. Исследования творческого мышления инициированы популярностью мифов и легенд о великих научных открытиях. В таких историях основной акцент делается на том, что открытия происходят внезапно в результате длительного обдумывания проблемы. Озарению предшествует некоторое отвлечение, сочетаемое с отсутствием наблюдаемой активности по решению задачи. Решение проблемы оказывается либо целиком доступно сознанию, либо становится доступна общая идея решения. Критический фактический анализ показывает, что истории об открытиях сильно искажены и подогнаны под имеющиеся в обывательских представлениях наивные теории. В то же

время, истории о внезапном обнаружении решения продолжают играть роль важного источника вдохновения для исследователей в области творческого мышления.

1.2. Исторический анализ развития теорий творческого мышления выявил некоторые основные линии развития дискуссии о природе механизмов творческого мышления. Можно выделить две основные линии развития идей, которые актуальны и в настоящее время. Одна линия развития связана с идеями гештальтпсихологии, в рамках которой введено понятие инсайта как схватывания сути задачи без длительного последовательного научения. В рамках гештальтпсихологии развиты идеи важности переструктурирования репрезентации для решения задачи и подчеркивается роль перцептивных процессов в порождении трудности творческих задач. Кроме того, одной из ключевых идей является предположение К. Дункера о возможности решения творческой задачи через анализ ее основного конфликта. Другой подход, сыгравший важную роль в развитии искусственного интеллекта, можно вести от О. Зельца и его теории антиципирующего комплекса, в рамках которой он заложил идеи рационального поиска решения в памяти на основе поставленной в задаче цели.

1.3. В последние десятилетия обострились споры о том, насколько необходимо включение в перечень когнитивных процессов, задействованных в процессе решения задач, специфических инсайтных компонентов. Сформировались два подхода, в рамках которых этот спор обострился в наиболее радикальной форме. Неспецифический подход к инсайту считает, что инсайт является своеобразным эпифеноменом, а процессы, лежащие в его основе, принципиально не отличаются от тех, благодаря которым осуществляется поиск решения в хорошо определенных задачах. Специфический подход, наоборот, утверждает, что должны существовать дополнительные специальные механизмы, позволяющие совершить прорыв в решении.

1.4. Конкуренцию между специфическим и неспецифическим подходами можно наблюдать в различных областях психологии творческого мышления. В исследованиях когнитивных механизмов инсайта подходы конкурируют на поле таких когнитивных компонентов инсайта как долговременная память, рабочая память и управляющие функции, а также рациональные эвристики и правила решения задач. Споры между подходами также ведутся и в смежных области исследования когнитивных механизмов инсайта областях, таких как исследования механизмов инкубации, функциональной фиксированности и ага-переживаний. В качестве ключевых критериев инсайтного решения мы принимаем критерии наличия тупика и конфликта в решении, понимая под тупиком конфликт между представлениями о задаче и представлениями о цели.

ГЛАВА II. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ТВОРЧЕСКОМУ МЫШЛЕНИЮ И ИНСАЙТНОМУ РЕШЕНИЮ

2.1. Теория задачного пространства

Наиболее влиятельная теория в когнитивной психологии решения задач была сформулирована в работах А. Ньюэлла и Г. Саймона (Ньюэлл, Шоу, Саймон, 1965; Newell, Simon, 1972). Информационно-процессуальный подход к решению задач, разработанный в их трудах, был направлен на попытку объяснить все многообразие интеллектуальных феноменов достаточно простой системой правил и механизмов, поскольку принципы поведения просты, а кажущаяся сложность поведения во времени лишь отражает сложность внешней среды. По мнению Г. Саймона, для объяснения процесса решения задач можно построить вполне адекватную теоретическую модель, используя минимальное количество механизмов, при условии их точной формализации. На основе хорошо формализованных механизмов можно построить рабочую модель искусственного интеллекта. И если такая модель будет, в целом, вести себя подобно человеку-решателю, то мы можем сделать вывод о построении адекватной теории мышления.

В работе «Науки об искусственном» Г. Саймон (Саймон, 2004), рассматривая разделение между искусственным и естественным интеллектом, указывает на то, что пропасть между мышлением человека и мышлением машины, на которую обычно указывают критики, сильно преувеличена. Мышление человека во многом также носит искусственный характер, в том смысле, что совершается с помощью символов, символических структур и применяемых по отношению к ним правил. Эти символы и правила усваиваются вместе с языком, который является, с одной стороны, внешним по отношению к человеку, а, с другой стороны, искусственным (*artificial*), то есть созданным человеком специально для достижения определенных целей, то есть является результатом культурных влияний. Усваиваемую человеком си-

стему символов и правил оперирования символами сторонники информационного подхода сравнивают с программным обеспечением компьютера (*software*), которое может запускаться и работать на любом «железе» (*hardware*). «Явления <...> не зависят сколько-нибудь существенно от детальной организации лежащих в их основе нейрофизиологических процессов, а могут быть объяснены и предсказаны на основании теории, которая опирается на весьма общие и абстрактные свойства организации памяти» (Саймон, 2004). Ключевые действия в решении совершаются в символьном плане, что касается как доказательства теорем, так и действий по поиску еды. Таким образом, не существует особой разницы между субстратами, на которых будут производиться вычисления. Не важно, работает ли программа на кремниевых (процессорах компьютера) или углеродных процессорах (нейронах головного мозга), важно, что оба субстрата поддерживают одинаковое программное обеспечение в виде символов и правил их обработки.

Авторы рассматривают решателя в качестве системы переработки информации (*information-processing system, IPS*), подчеркивая, тем самым, принципиальную универсальность закономерностей и механизмов решения задач. Заметное отличие человека от компьютера – когнитивные ограничения, являющиеся источником ошибок в человеческом мышлении. А. Ньюэлл и Г. Саймон вводят список допущений о формальных ограничениях человека как системы переработки информации, к которым относятся следующие особенности: ограничения емкости рабочей памяти (невозможность выполнения множества действий в единицу времени), способность кодировать информацию (решатель не всегда способен оценить, какие из аспектов условий задачи релевантны цели), способность удерживать информацию (информация в памяти может угасать со временем, а также интерферировать с поступающей информацией), способность извлекать информацию из памяти (извлечение может быть избирательно или недоступно), а также способность поддерживать оптимальный уровень мотивации и возбуждения (Robertson, 2001. Р. 28).

Авторы теории задачного пространства считают, что, несмотря на очевидные когнитивные ограничения, решатель является рациональным в плане адаптивности поведения: и поведение человека в решении, и его мотивация на достижение цели соответствуют требованиям задачи. Врожденные характеристики внутренней среды ограничивают приспособление, но все остальное в мышлении является «искусственным».

Разделение на изменчивую составляющую («софт») и стабильную механику («хард»), обеспечивающую оперирование материалом, легло в дальнейшем в основу развития так называемых когнитивных архитектур – компьютерных моделей психики. На основе информационно-процессуального подхода была создана компьютерная программа «общий решатель задач» (*general problem solver, GPS*), которая может решать ряд хорошо определенных логических задач, созданная на базе программы для доказательства логических теорем «логик-теоретик» (Ньюэлл, Шоу, Саймон, 1965). Эта работа послужила важным толчком к созданию многих теорий искусственного интеллекта. На основе общего решателя задач были созданы более совершенные когнитивные архитектуры, среди которых наиболее известными являются *Soar* и *ACT-R*. Каждая из таких архитектур, являясь компьютерной программой, одновременно может рассматриваться в качестве модели мыслительного процесса. Компьютерная программа, моделирующая решение задачи, должна строиться по принципу продукций (Андерсон, 2002). Использование этого принципа и определяет название типа когнитивных архитектур. Продукцией называется логическое выражение вида «если..., то...». Таким образом, применение того или иного оператора определяется рядом условий. Если все необходимые условия выполняются, то происходит исполнение оператора (мыслительной операции). Если условий недостаточно, то необходим поиск другого оператора.

Символическая когнитивная архитектура *Soar* была создана в 80-х годах XX века Дж. Лэйрдом, А. Ньюэллом и П. Розенблумом (Laird, Newell,

Rosenbloom, 1987). *Soar* (State, Operator And Result) основывается на системе продукций, которые также используются в компьютерных экспертных системах. В целом, решение понимается как поиск целевого состояния в пространстве задачи. Целью проекта *Soar* является моделирование решения задач интеллектуальным агентом, обладающим рядом способностей к решению как простых, так и сложных открытых проблем. Для решения задачи необходимо построение репрезентации в виде символического кода и использования различного типа знаний (процедурных, декларативных, эпизодических). По мнению авторов, использование символической репрезентации задачи является ключевым моментом в понимании общего интеллекта человека. *Soar* использует для решения эвристики восхождения и анализа средств и целей, а также выработку новых правил (является обучающейся системой) на основе проведенных операций в виде чанков (укрупненных единиц хранения информации в памяти). Проект продолжает свое развитие, теперь включает в себя несимволические способы переработки, такие как научение по типу подкрепления, процессы воображения и моделирование эмоций⁴.

По сходным принципам создана когнитивная архитектура *ACT-R* (Anderson, Matessa, Lebiere, 1997). Как и любая когнитивная архитектура *ACT-R* (*Adaptive Control of Thought – Rational*) ставит своей целью описать модель с исчерпывающим набором механизмов и процессов. Важнейшим положением *ACT-R* является разделение двух несводимых друг к другу типов репрезентации – процедурного и декларативного знания. Декларативное знание содержится в форме чанков, то есть векторных репрезентаций отдельных свойств, каждое из которых хранится в отдельном помеченном слоте. Чанки могут быть доступны благодаря буферам – ограниченным хранилищам информации, являющимися частями модулей. Модули являются специализированными и относительно независимыми структурами мозга.

⁴ Soar Home Page <https://soar.eecs.umich.edu>

Всего выделяются два типа модулей: 1) перцептивно-моторные модули обеспечивают взаимодействие с миром, наиболее разработанными в АСТ-R являются визуальный и мануальный модули; 2) модули памяти, которые, в свою очередь, делятся на процедурную (знание «как») и декларативную (знание «что») память. Декларативная память представляет собой набор знаний, хранящихся в долговременной памяти. Процедурная память является набором продукций, то есть правил и алгоритмов выполнения действий, авторами проводится аналогия продукций с информационными потоками от зон коры головного мозга (буферов) к базальным ганглиям и обратно. Теория АСТ-R применяется для моделирования решения широкого круга задач на память, внимание, исполнительский контроль, на решение задач, обучения. В последнее время базовые положения модели находят свое подтверждение в когнитивной нейронауке⁵.

В развитие идеи об искусственно-культурной природе человеческого мышления, А. Ньюэлл и Г. Саймон проверяют модель данными о мышлении вслух, поскольку это позволяет отслеживать процессы, происходящие на искусственном уровне, на уровне языка в символическом формате. «Как и в случае с мышлением естественный язык состоит из символов и их отношений, следовательно, думать можно только о том, что можно выразить словами» (Саймон, 2004). Для этого Г. Саймон и К.А. Эрикссон разработали специальную методологию анализа протоколов «мышления вслух» (Ericsson, Simon, 1980; Ericsson, Simon, 1993). Они выделили три типа вербализации в процессе решения. При *прямой вербализации* испытуемый просто озвучивает то, что обычно проговаривается в форме внутренней речи. Например, неподготовленный решатель будет использовать вербальный код для операции умножения двух двузначных чисел. Такой тип вербализации не снижает эффективности решения и не замедляет процессы решения. Для *озвучивания содержания рабочей памяти*, как правило, задействуются механизмы пере-

⁵ АСТ-R Home Page <http://act-r.psy.cmu.edu/about/>

кодирования образной информации в вербальную. В силу ограниченности рабочей памяти и внимания, перевод информации из образной модальности в вербальную в процессе решения задачи интерферирует с выполнением основного задания, а, следовательно, замедляет решение. В то же время данный тип вербализации не должен влиять на общую эффективность решения задачи. Третий тип вербализации – *объяснение* – существенно влияет на итоговый результат решения, в отличие от двух других типов. Испытуемые, которым дается инструкция пояснять каждое свое действие, имеют тенденцию к повышению эффективности решения задачи. Однако в то же время неверное объяснение может приводить испытуемого в тупик. Наиболее используемыми видами вербализации в экспериментах на решение задач являются первый и второй типы.

С точки зрения информационного подхода, в решении задачи задействованы два различных процесса – *процесс понимания задачи*, в результате которого выстраивается репрезентация задачи, и *последовательное решение* или поиск решения на основе выстроенной репрезентации. Основное внимание в рамках теории А. Ньюэлла и Г. Саймона уделяется второму процессу, то есть собственно процессу решения задачи. Данный процесс может быть успешно смоделирован на примере хорошо определенных задач, в которых высока степень формализации условий и требований, а также набора допустимых операторов. Такими задачами могут быть игра в шахматы, задача о Ханойской башне⁶, различного вида цифровые и буквенные скрабблы, игра в крестики-нолики и т.д. По мнению авторов, в соответствии с принципом когнитивной экономии, нет необходимости всякий раз при столкновении с новой задачей разрабатывать особую, уникальную репрезентацию (Ньюэлл, Саймон, 2008. С. 144). Должна существовать некоторая общая структура за-

⁶ Даны три стержня, на которые могут быть нанизаны три диска разного диаметра. В начале задачи все три диска нанизаны на первый стержень так, что самый большой диск оказывается снизу, а самый маленький – сверху. От решателя требуется переместить диски таким образом, чтобы они оказались в таком же положении на третьем стержне. За одно действие можно переместить только один диск, Большой диск поверх меньшего положить нельзя.

дач, которая бы определяла готовность человека к решению, к выполнению некоторых действий даже с новыми, ранее неизвестными условиями. Такой структурой является построение дерева всех достижимых состояний решения. Дерево решений строится на основе следующих составляющих: представления о начальном состоянии (положение дел в начале задачи), целевом состоянии (требуемое состояние), доступных операторах (правила преобразования состояний) и накладываемых ограничениях (представления о том, что допустимо и недопустимо в текущей задаче). Между начальным и конечным состояниями возможны множества промежуточных состояний, переходы между которыми осуществляются благодаря применению доступных операторов. Однако, все дерево возможных состояний может представлять собой достаточно разветвленную систему альтернатив. Поэтому авторы теории и их последователи (Robertson, 2001. Р.34) указывают на то, что поиск решения подобен поиску цели в лабиринте. Дерево решений включает в свою структуру как обычные промежуточные состояния задачи, так и узловые состояния, обеспечивающие переходы в разные ветви дерева решений, а также конечные состояния (листья дерева решений), не предполагающие возможности дальнейшего развития задачи. Целевое решение является одним из конечных состояний, но при этом, удовлетворяющим требованиям задачи.

Дерево всех возможных состояний и действий, которое допускает задача, получило название задачного пространства или пространства задачи (Ньюэлл, Саймон, 2008). Теория о том, как осуществляется поиск решения внутри дерева всех возможных состояний, в рамках информационного подхода носит название теории задачного пространства. Однако следует обратить внимание, на то, что объективное или формальное пространство задачи может не совпадать с внутренней репрезентацией. Человек не способен охватить или удержать в памяти все задачное пространство, но, пользуясь механизмами порождения и проверки, решатель может его в некоторой степени репрезентировать. Несмотря на то, что во многих работах сторонники ин-

формационного подхода не проводят этого разделения, И. Робертсон предлагает различать *пространство состояний*, как некоторое объективное и полное пространство всех состояний, и *задачное пространство*, как субъективную репрезентацию дерева решений на основе понимания задачи (Robertson, 2001. P.35).

Сложность задачи связана с размером задачного пространства, то есть с вероятностью выбора правильной последовательности действий из множества возможных траекторий решения. Растущее в задачном пространстве число альтернатив порождает проблему комбинаторного взрыва, поскольку количество открывающихся возможностей уже в достаточно простой задаче может быть настолько велико, что способно вызывать вычислительные затруднения не только у человека, но и у компьютера. При достаточно сложной задаче перебор всех возможных состояний становится практически невозможным. Например, в задаче с Ханойской башней при трех стержнях и трех дисках пространство задачи составляет 27 состояний, а при восьми дисках на трех стержнях – уже 6561; классическая игра в пятнашки имеет пространство состояний $\sim 10^{13}$, а пространство состояний игры в шахматы оценивается в 10^{120} . Однако, трудность решения, в данном случае, состоит не в генераторе выбора, а в проверочном компоненте, в оценке успешности продвижения к цели. Опытный решатель способен сокращать число возможных выборов благодаря тому, что может уменьшить число рассматриваемых альтернатив, оценив перспективность некоторых ходов, при этом не пропуская потенциально успешных из них. Решатель как бы получает сигнал «теплее или холоднее» данная альтернатива по сравнению с остальными. Имея такие способы оценки относительно хотя бы части возможных ходов, решатель значительно сокращает размерность все рассматриваемых траекторий.

В зависимости от опыта решения задач у человека может быть выбор в использовании сильных и слабых методов решения (Robertson, 2001. P.37). Сильные методы задачно-специфичны и представляют собой выученные

способы решения конкретных задач или целых классов. Фактически, наличие таких методов означает, что решатель уже знает решение задачи, и, в определенном смысле, перед ним не возникает никакой проблемы. Слабые методы представляют собой некоторые общие правила о том, что требуется делать для приближения к цели в случае, когда не ясно, как ее достичь. К слабым методам относятся эвристики.

Для успешного продвижения к цели, минуя необходимость перебирать все возможные ветви дерева решений, необходимы эффективные методы. По мнению А. Ньюэлла и Г. Саймона, можно выделить три основных метода (Ньюэлл, Саймон, 1965. С.465-467):

- *Преобразование*. Если требуется преобразовать состояние a в состояние b , то необходимо проверить, существует ли между ними различие, далее при необходимости можно создать объект (состояние) c , который в дальнейшем можно преобразовать в состояние b .

- *Применение операторов*. Необходимо проверить, можно ли к объекту (состоянию) a применить оператор q . Если нет, то требуется создать объект a' , который удовлетворяет требованиям применения оператора q .

- *Уменьшение различий*. Необходимо найти оператор q , который создаст объект (состояние) c , минимально отличающийся от b .

Основным методом продвижения к цели в условиях сложной хорошо определенной задачи является уменьшение различий. Этот метод реализуется посредством двух основных общих неспецифических эвристик: эвристики продвижения к цели (или «взбирания на гору», *hill-climbing*) и эвристики анализа целей и средств (*means-ends analysis*). Эвристика приближения к цели побуждает решателя всякий раз выбирать тот вариант преобразования, который должен приводить ближе к целевому состоянию. Если речь идет о задаче с Ханойской башней, то это перекладывание дисков на третий стержень, поскольку в целевом состоянии все диски должны находиться именно на нем. Если мы говорим о задаче про Орков и Хоббитов, то это необходимость

перевести максимальное число персонажей на противоположный берег. Однако можно видеть, что эти задачи не могут быть успешно решены без затруднений со стороны решателя, если он будет основываться только на одной эвристике приближения к цели. Движение только по направлению к цели можно сравнить с поиском холма в тумане. Эвристика диктует следующие условия: иди в ту сторону, которая идет немного выше. В таком случае, можно прийти на какую-то локальную вершину, но не ту, которая требуется в задаче. Подобный локальный максимум может быть использован для оценки ситуации и поиска нового направления, но, стоя на небольшом возвышении, всякий новый ход приведет к спуску. Это действие в обратном направлении, как было, например, показано в работе Дж. Томаса (Thomas, 1974) на примере Орков и Хоббитов, составляет сложность для решателей. Несмотря на то, что одну из экспериментальных групп знакомили с необходимостью возвращать одного из персонажей на изначальный берег, испытуемые не демонстрировали улучшения в решении задачи.

Кроме прямого движения по направлению к цели требуется также и способ обходить возникающие на этом пути препятствия. Таким обходным путем является использование эвристики анализа целей и средств. Данная эвристика представляет собой уменьшение различий благодаря разбиению цели на отдельные подцели и поиск средств достижения промежуточных целей. Промежуточные цели позволяют изменить направление движения в рамках задачного пространства и совершить выход из локальных тупиков (*dead-ends*). В качестве развития идей анализа целей и средств, в когнитивной архитектуре Дж. Андерсона *ACT-R* реализован принцип разбиения на подцели в виде стека (стопки) целей. Стек представляет собой список целей, среди которых наиболее актуальными являются цели привходящие последними (находящиеся вверху стопки), а реализованные цели опускаются в конец списка.

В отсутствии четко определенной цели или отсутствии четко определенного плана продвижения к цели решатели, вероятно, могут переключаться между различными стратегиями решения. Так, на примере задачи про миссионеров и каннибалов (является изоморфной задаче про Орков и Хоббитов), Г. Саймон и С. Рид (Simon, Reed, 1976) предположили, что испытуемые используют разные стратегии движения к цели на разных этапах решения. Ранние ходы уравнивают число миссионеров и каннибалов на обоих берегах реки, действия в середине направлены на максимизацию прогресса перемещения с одной стороны на другую, а поздние действия направлены на избегание повторения предыдущих состояний.

Теория задачного пространства добилась значительных успехов на пути создания простой и хорошо формализуемой модели решения хорошо определенных задач, что стало залогом её популярности в когнитивной психологии на долгие годы. Модели и когнитивные архитектуры, построенные на основе эвристик и правил продукции, активно развиваются и пользуются популярностью по сей день.

2.2. Репрезентация задачи и задачное пространство

Несмотря на значительные успехи в моделировании процесса поиска решения в хорошо определенных задачах, в дальнейшем развитии теории задачного пространства стало отчетливее видно, что источники трудности в решении связаны не только с организацией задачного пространства, но и с построением адекватной репрезентации задачи. «Мышление – это не просто решение, но и формирование задачи» (Тихомиров, 2008. С. 150). Почему же формирование задачи сложно? Цель, даже поставленная извне, может быть неопределенной или иметь несколько интерпретаций, условия могут быть недостаточно определены и их еще необходимо выделить из общей среды задачи, а реальные предметы обладают большей вариативностью и сложностью, вступая друг с другом в разнообразные отношения. В то же самое вре-

мя формальная репрезентация задачи оказывается значительно беднее, накладывая ряд существенных ограничений. Таким образом, психологическая и формальная характеристики задачи не совпадают.

Как было показано в работе К. Котовского, Дж. Хейеса и Г. Саймона (2008), изоморфные по формальной структуре задачного пространства задачи не одинаковы по сложности. Авторы использовали в своих исследованиях задачи про чудовищ, передающих друг другу шары разного размера, и акробатов, запрыгивающих друг другу на плечи, как изоморфные задаче о Ханойской башне. При том, что формально задачное пространство (точнее пространство состояний) у них идентично, традиционная задача о Ханойской башне решается быстрее, чем все другие модификации. При этом задача об акробатах решается быстрее, чем задача о чудовищах; прямая задача об акробатах, где только меньшие акробаты могут запрыгивать на плечи большим, решается быстрее обратной задачи, где большие акробаты запрыгивают на плечи меньшим; а задача перемещения шаров из рук в руки чудовищ проще, чем задача изменения размера шаров в руках того же чудовища (где фактически шары играют роли стержней, а чудовища – дисков). Источниками трудностей, возникающих в результате изменения текста задачи, по мнению авторов, могут быть следующие причины: легкость овладения правилами, регулирующими ходы; схожесть правил, обеспечивающая возможность переноса; согласованность житейского знания с правилами задачи; легкость применения правил для проверки правильности; загрузка памяти и возможность использования экстернизированной памяти; внутреннее представление пространства задачи, связанное с условиями задач, в частности, компактность представления в пространственной памяти (Котовский и др., 2008).

Другое доказательство того, что формирующаяся репрезентация влияет на сложность задачи при формальной идентичности изоморфных задач, пришло из психологии логических суждений. П. Уосон и Ф. Джонсон-Лэйрд показали в цикле своих исследований, что решение задачи на проверку гипотез

(Джонсон-Лэйрд, Уэйзон, 2008) связано с формулировкой задачи. В формально-логическом виде эта задача оказывается невероятно трудна и контринтуитивна, в то время как её аналоги, сформулированные в виде релевантных житейскому опыту ситуаций, легко решаются даже неподготовленными (с точки зрения формальной логики) решателями. По мнению авторов, решатели пользуются для решения не набором формальных правил, а некими практическими правилами. Эта идея поддерживается данными о том, что испытуемые, оценивающие правильность и неправильность силлогизмов, скорее основываются не на формально-логических правилах, а на вероятностных выводах, которые более релевантны практическим задачам (Чепмен, Чепмен, 2008).

Репрезентация задачи в виде представления о начальном и конечном состоянии, а также о правилах и операторах черпается из того, что А. Ньюэлл и Г. Саймон называют *задачной средой*. Среда задачи представляет собой все возможные интерпретации той информации, которая содержится в тексте условий, в способе визуализации, а также в подразумевающихся, но прямо не оговоренных допущениях и фактах. Репрезентация состоит из той части задачной среды, которая имеет отношение к цели задачи. Цвет карточек, на которых написаны числа в числовом скраббле, не имеет отношения к цели задачи и не участвует в построении задачного пространства. Таким образом, построение репрезентации задачи подчинено достижению цели, цель организует данный процесс.

Репрезентацию задачи невозможно отделить от решателя: его мотивации, целей и средств. Среда предполагает все возможные физические действия, а репрезентация – только внутренние действия в задаче. Психологические характеристики решателя могут значительно повлиять на то, какая информация будет вычерпана из задачной среды и положена в основу репрезентации задачи. В ранних работах, А. Ньюэлл и Г. Саймон опирались на то, что более важную роль играют инварианты задачи, которые не зависят от реша-

теля, и вводили ограничения на испытуемых только с определенным уровнем интеллекта, подразумевая, что недопонимание связано с культурным и интеллектуальным уровнем испытуемых. Однако дальнейшие исследования показали, что спектр источников информации для построения репрезентации, как и список возможных ошибок при понимании задачи этим не исчерпывается.

Репрезентация задачи строится на основе различных источников, среди которых наиболее заметными являются следующие (Robertson, 2001. Р. 32–34):

- Задачная среда является основным источником информации: об условиях, операторах, цели, а также, в некоторых случаях, об ограничениях, наложенных на возможные действия внутри задачи. В то же время часть информации оказывается непроговоренной и подразумеваемой.

- Выводы решателя о состояниях, операторах и ограничениях. Информация, прямо не указанная в тексте задачи, извлекается решателем из его долговременной памяти. В этом случае решатель может вспоминать как осуществляется применение операторов, как должно или может выглядеть конечное состояние, что разрешено и что запрещено делать в задаче.

- Выводы при понимании текста. Поскольку задача представляет собой некоторый текст, то для успешного её решения необходимо правильно понять замысел высказывания, которое представляет собой задача. В результате частично неверно понятого текста, решатель может сделать неверные выводы о том, что дано или что требуется в задаче.

- Опыт предыдущего решения задачи. Если решатель ранее сталкивался с данной задачей, то он может прибегнуть к извлечению решения задачи из памяти как средству решения задачи.

- Опыт решения аналогичной задачи. Решатель может обнаружить, что структура задачи похожа или даже идентична одной из ранее решенных задач. Извлекая структуру решения аналогичной задачи и прикладывая её к те-

кущей, решатель, тем самым, может обогатить репрезентацию задачи или, даже, непосредственно с помощью этого, решить задачу.

- Информационные ошибки. Даже после того как решатель выстроил пространство задачи, в его рассуждения могут закрадываться различного рода ошибки, например, связанные с забыванием или игнорированием некоторых аспектов задачи. Например, решатель может забывать требования к целевому состоянию или ограничения на использование операторов и т.п.

- Задачно-специфические процедуры. Сталкиваясь с одинаковыми по структуре задачами, у решателя могут вырабатываться задачно-специфические процедуры, которые могут подходить только для решения определенного типа задач в определенном контексте.

- Внешняя память. Поскольку внешняя среда в задаче является основным источником, то вынесенные во внешний план опоры для решения в виде, например, визуальной модели задачи или символических записей, создают дополнительный источник для построения репрезентации.

- Инструкции. На решение задачи и адекватное построение задачи могут влиять инструкции, даваемые экспериментатором не только на этапе представления испытуемому задачи, но и на более ранних этапах перед проведением эксперимента. Комментарии, даваемые экспериментатором перед проведением эксперимента после того, как испытуемый входит в лабораторию, могут задавать необходимый для решения задачи контекст.

Несмотря на то, что информационный подход обратил свое внимание на построение репрезентации, решение инсайтных задач во многом еще долго оставалось без объяснения. Как уже отмечалось ранее, инсайт на протяжении долгого времени оставался аномалией для информационного подхода в целом, и для теории задачного пространства в частности, поскольку теория не объясняла то, каким образом возможна смена одного задачного пространства на другое прямо по ходу задачи. Активную позицию в рамках информационного подхода в восьмидесятих годах занял Р. Вейсберг, который дока-

зывает, что нет ничего специфичного в инсайтных задачах по сравнению с алгоритмизированными, хорошо определенными задачами. В своих работах, например, он смог продемонстрировать, что трудности инсайтных задач не связаны с перцептивными ограничениями, как это предполагает гештальтпсихология. Так, прямая вербальная подсказка «выйти за пределы квадрата» в классической инсайтной задаче «9 точек» не увеличивает вероятность её решения (Weisberg, Alba, 1981a).

Первой полноценной работой, направленной на объяснение механизмов инсайта в рамках информационного подхода, стала работа К. Каплана и Г. Саймона на примере задачи с усеченной шахматной доской (Kaplan, Simon, 1990). По мнению авторов, инсайт как феномен в решении задач связан с изменением изначально построенной репрезентации (при этом они рассматривают задачное пространство как синоним репрезентации), а агапереживание является результатом удивления на данную смену. Смена репрезентации происходит благодаря тем же механизмам, что и поиск решения. Репрезентация изменяется в результате поиска задачного пространства, который осуществляется, как и поиск внутри задачного пространства. Этот принцип К. Каплан и Г. Саймон иллюстрируют на примере метафоры поиска бриллианта в темной комнате. Представим, что где-то в темной комнате нам требуется найти бриллиант. Если у нас есть идеи, где его нужно искать, то мы будем обследовать те части комнаты, которые соответствуют нашей гипотезе, то есть будем обследовать данное задачное пространство. Но если гипотезы при поиске в темноте не дают успешного результата, можно перестать искать бриллиант и начать искать выключатель света, который поможет мгновенно увидеть искомое. Ровно таким же образом, испытуемые сначала начинают искать решение в рамках изначально построенной репрезентации, а потом, убедившись в непродуктивности стратегии, начинают искать другую репрезентацию с использованием тех же механизмов поиска. Таким образом, для смены репрезентации задействуются те же генераторы, что и

для поиска решения в задачном пространстве, поскольку смена репрезентации происходит на мета-уровне пространства поиска всех доступных репрезентаций. Ключом к пониманию того, как происходит нахождение решения или нужной репрезентации, являются способы ограничения задачного пространства.

К. Каплан и Г. Саймон выбрали для исследования задачу с усеченной шахматной доской⁷, на которой моделируют искусственный интеллект. Данная задача одновременно рассматривается и как инсайтная, и как алгоритмированная. Она может быть решена перебором, однако встает трудность комбинаторного взрыва для человека, поскольку задачное пространство достаточно велико. Моделирующей программе потребовалось 758 148 перемещений костей домино, чтобы показать, что решение в данной задаче невозможно. Один из испытуемых в их пилотажном исследовании потратил 18 часов, исписав 61 страницу с разными подходами к задаче, так и не найдя правильного решения. Изначальная репрезентация в этой задаче слишком трудна для поиска, поэтому решателю необходимо осуществить поиск другой репрезентации. Сигналом к смене репрезентации могут служить фрустрация от отсутствия прогресса в продвижении к цели и смещение внимания на признаки, запускающие генератор формирования новой репрезентации. Трудность решения состоит в том, что необходимо обнаружить релевантность цвета шахматных клеток цели. Решение задачи состоит в том, что каждая кость домино всегда закрывает клетки разных цветов, а в условиях задачи две отсеченные клетки – одного цвета. Таким образом, несмотря на то, что кажется, что можно разложить 31 домино на 62 клетки, это сделать невозможно, поскольку клеток белого и черного цветов неодинаковое количество, всегда на последнюю кость домино будут оставаться две клетки одного цвета, расположенные по диагонали на разном расстоянии.

⁷ Перед Вами шахматная доска, лишённая двух белых противоположных друг другу углов, а также 31 костяшка домино. Вам необходимо закрыть костяшками оставшиеся 62 квадрата на доске или доказать логически, что это сделать невозможно. Каждая костяшка может закрыть только 2 соседних квадрата.

К. Каплан и Г. Саймон (Kaplan, Simon, 1990) выделили четыре источника возможных ограничений задачного пространства: особенности самой задачи, подсказки экспериментатора, релевантный прошлый опыт и эвристики. Авторы продемонстрировали влияние этих источников на решение задачи с усеченной шахматной доской следующим образом. Они использовали четыре типа визуального представления данной задачи (доска 8*8, где клетки не отличались цветом; классическая шахматная доска с черными и белыми клетками; шахматная доска с черными и розовыми клетками; доска с надписями на клетках «хлеб» и «масло») для того, чтобы варьировать заметность свойства изначального равенства клеток. Поскольку ни один испытуемый в предварительных сериях самостоятельно не решил эту задачу за час, то авторы ввели серию последовательных подсказок (подсказка невозможности решить задачу; подсказка о том, что нужно найти другой способ решить задачу; подсказка о том, что цвет может помочь решить задачу; подсказка посчитать число клеток разного цвета). В качестве зависимой переменной авторы измеряли время решения (в том числе до появления идеи равенства количества клеток одного цвета), а также используемые эвристики и знания. В итоге, авторы приходят к выводу, что особенности самой задачи, в частности заметность и необычность важного свойства (цвет клеток и соотношение их числа), играют ключевую роль в смене репрезентации. Однако даже доступность релевантного свойства не обеспечивает сиюминутный успех, поскольку решатель должен еще понять, что именно это свойство может привести к успеху и является ключевым для достижения цели. Подсказки экспериментатора позволяют ускорить процесс решения благодаря тому, что обращают внимание на релевантность отдельных признаков. Прошлый опыт в решении подобной задачи скорее негативно влияет поиск ответа, поскольку количество возможных операторов значительно увеличивается и существенно увеличивает пространство возможных репрезентаций вместо того, чтобы его ограничивать. В этом могут помочь эвристики, специфичные для такого класса за-

дач. Наиболее эффективной эвристикой, по мнению авторов, стала эвристика поиска инвариантов (то есть того, что остается в остатке после неудачных попыток). Заметив, что в остатке всякий раз остается нечто закономерно повторяющееся, решатель может понять источник затруднения. Более поздняя работа, проведенная на задаче с усеченной шахматной доской показала, что все-таки прошлый опыт игры в шахматы помогает в решении данной задачи, однако при этом снижая степень ага-переживаний при обнаружении решения (Bilalić, Graf, Vaci, Danek, 2019).

2.3. Информационный подход и творчество

По мнению А. Ньюэлла и Г. Саймона (Ньюэлл, Шоу, Саймон, 1965. С.502-503), компьютерная программа в некоторых смыслах способна не только к репродуктивному мышлению, но и к творчеству. Среди условий, которые обычно указывают для творческого мышления, называют следующие: продукт, получившийся на выходе, обладает новизной и ценностью для человека и культуры; мыслительный процесс отличается новизной и требует отказа от ранее принятых идей; мыслительный процесс протекает в течение длительного времени и характеризуется высокой мотивацией и настойчивостью; мыслительный процесс сталкивается с плохо определенной задачей и перед решением требует процесса ее самостоятельной формулировки. Продукт, полученный в результате работы искусственного интеллекта, при решении сложных для человека задач, вполне можно назвать новым и ценным, если программа вычислила то, что ранее не было доступно или известно человеку. Длительность мыслительного процесса и нацеленность на процесс у искусственного интеллекта, по большому счету, вообще не должна вызывать сомнений, поскольку компьютер может ни на что другое не «отвлекаться» и «посвятить» все свое время решению одной задачи. Постановка задачи, которую обычно указывают как принципиально человеческую деятельность, тоже можно приписать компьютеру в том смысле, что он способен ставить проме-

жуточные цели и подцели и решать их для успеха в основной, общей задаче. Новизна мыслительного процесса, которая состоит в возможности изменения репрезентации, в более поздних версиях теории задачного пространства указывается как необходимый элемент теории. Таким образом, по всем указанным пунктам, с некоторой долей условности, можно говорить об успешном моделировании творческого мышления в рамках информационного подхода.

2.4. Теория продвижения к цели и мониторинга прогресса

Информационный подход получил свое дальнейшее развитие в работах Дж. МакГрегора, Э. Кроникла и Т. Ормерода (Chronicle, MacGregor, Ormerod, 2004; Chronicle, Ormerod, MacGregor, 2001; MacGregor, Ormerod, Chronicle, 2001; Ormerod, MacGregor, Chronicle, 2002), которые разработали теорию продвижения к цели и мониторинга прогресса. Данная теория в литературе также встречается под названием теория критерия для удовлетворительного прогресса (*criterion for satisfactory progress theory, CSPT*). Теория постулирует два основных принципа. Во-первых, решатель ищет такие действия, следствием которых будет максимальное приближение к желаемой цели (фактически, это эвристика приближения к цели или взбирания на гору). Во-вторых, решатель постоянно мониторит свой прогресс и выбирает только те действия, которые удовлетворяют критерию прогресса. Если выбранные действия не удовлетворяют критерию, то это становится импульсом к поиску нового действия.

Теория продвижения к цели и мониторинга прогресса изначально была разработана для решения одной из наиболее известных инсайтных задач «9 точек» (Chronicle et al., 2001; MacGregor et al., 2001), но затем была также распространена на другие задачи, например на задачи «8 монет» (Ormerod et al., 2002) и «10 монет» (Chronicle et al., 2004).

Модель предполагает две стадии решения инсайтных задач. На первой стадии решатель действует, применяя локальные рациональные операторы, то есть действует в соответствии с применением рациональных эвристик уменьшения различий, например, в соответствии с эвристикой взбирания на гору. Так, в решении задачи «9 точек» решатели выбирают линии, которые пересекают наибольшее количество точек за один ход. Решатель может планировать одно или несколько действий, оценивая, сколько остается неперечеркнутых точек, насколько это позволяют его когнитивные способности (размер горизонта планирования).

Для успешного объяснения решения инсайтных задач описания только одной рациональной стадии недостаточно. Для этого вводится вторая стадия, описывающая расширение задачного пространства в результате ослабления ограничений в репрезентации. Вслед за работами К. Каплана и Г. Саймона, авторы выделяют два ключевых вопроса в том, как происходит изменение задачного пространства:

1) Что запускает смену изначального задачного пространства на поиск альтернативного задачного пространства? К. Каплан и Г. Саймон (Kaplan, Simon, 1990) предполагают, что поиск нового задачного пространства происходит в том случае, когда кажется, что никакой из операторов не приводит к прогрессу. Соответственно, у решателя должны быть какие-то способы оценки продвижения и эффективности применяемых операторов. Такая оценка, например, может производиться на основе прошлого опыта неудачных попыток. Однако эффективно такой критерий может применяться только относительно одноходовых задач, так как оценка успешности совершаемых действий происходит без отсрочки. Как следствие, авторы предполагают, что в многоходовых задачах операторы скорее оцениваются не на основе прошлых неудач, а на основе сопутствующего мониторинга продвижения к цели или антиципации. Решатели в ходе совершения попыток получают случайные состояния, которые могут быть перспективными. Несмотря на то, что открытые

действия и состояния могут не вести напрямую к решению, они могут содержать в себе потенциально полезные элементы (например, выход за пределы квадрата в задаче «9 точек»). Если бы чувство неуспеха было бы единственным источником метакогниций, то решатели не могли бы использовать случайно открытые состояния и действия в будущих попытках. Таким образом, сопутствующий мониторинг прогресса важен не только для выполнения рационального поиска на первой стадии, но и для распознавания потенциально инсайтных действий. Оценка потенциальной ценности новых действий может быть произведена либо в рамках горизонта планирования (в виде симуляции реального решения, что является достаточно когнитивно затратным), либо на основе вероятностной оценки. Дж. МакГрегор и коллеги предполагают, что решатели используют критерий продвижения к цели, исходя из текущего состояния: если используемый оператор соответствует критерию, то он будет продолжать применяться. Неудача применения оператора создает необходимые условия для его замены и запускает поиск нового измененного оператора.

2) Что влияет на поиск наилучших новых ходов? В данном вопросе авторы следуют за предположением С. Олссона об ослаблении ограничений как о фундаментальном механизме изменения задачного пространства (Ohlsson, 1992). То есть, после того как запущен механизм поиска нового задачного пространства решатель выбирает те ограничения, которые должны быть ослаблены. В случае с задачей «9 точек», решатель должен преодолеть ограничение о кратчайшем соединении смежных точек и перейти от простой оценки количества зачеркнутых точек к соотношению числа зачеркнутых точек к числу оставшихся точек и ходов.

В своей первой крупной статье, посвященной этой теории, Дж. МакГрегор и коллеги (MacGregor et al., 2001) приводят результаты пяти экспериментов, проведенных на материале задачи «9 точек». Они получили подтверждение пяти предсказаний своей модели относительно данной зада-

чи: 1. Выполнение задачи улучшается благодаря добавлению дополнительных точек, существенно не меняющих конфигурацию требуемого решения, но подталкивающих к выбору первого верного действия. Линейная закономерность увеличения эффективности решения на примере решения задач с 11, 12 и 13 точками выходит за пределы традиционных объяснений задачи «9 точек» (MacGregor et al., 2001; Эксперименты 1 и 2). 2. В задачах, не требующих выхода за пределы точек, успешность выполнения в большей степени зависит от максимизации эффективности рисования линий, чем от точки, с которой начинается рисование (MacGregor et al., 2001; Эксперимент 2). 3. Продление рисования линий за пределы точек является следствием поиска внезапных действий, которые, в свою очередь являются результатом раннего нарушения критерия, установленного эвристикой мониторинга прогресса (MacGregor et al., 2001; Эксперимент 3). 4. Нарушение критерия мониторинга прогресса в большей степени, чем нарушение перцептивной фигуры, дает импульс к поиску новых действий. Испытуемые, которым показывали перед решением первую верную линию, находили решение быстрее в том случае, если первая линия не выходила за пределы квадрата (линия от левой верхней точки к нижней правой) по сравнению с линиями, продолжающимися за пределы точек. В результате анализа линий внутри фигуры решатель раньше понимает неуспех критерия максимального соединения смежных точек и начинает поиск нового оператора (MacGregor et al., 2001; Эксперименты 4 и 5). 5. Как только неуспешный критерий продвижения к цели вызывает ослабление ограничений, допуская возможность использования линий вне точек, новые действия будут включены в стратегию максимизации полезности линий, что является основой инсайтного решения. Порождение перспективных состояний является мощным предиктором итогового успеха (MacGregor et al., 2001; Эксперименты 4 и 5).

Во второй работе (Chronicle et al., 2001) были проведены три эксперимента с использованием визуальных и визуально-процедурных подсказок для

проверки утверждения, что трудность «9 точек» связана с несоответствием между формой представления задачи и формой итогового решения. Перцептивная подсказка итогового решения в формы стрелки, оформленной в виде тени, наложенной на точки, дала только минимальные улучшения в выполнении задания. Дополнительная информация о том, что тень может быть релевантна задаче, дала скромный и незначимый эффект (Chronicle et al., 2001; Эксперимент 1). Эти же данные были получены и при введении дополнительного контроля в виде вербальной подсказки о необходимости нарушить перцептивные ограничения в задаче. Более того, совместное предъявление визуальных и вербальных подсказок лишь немного улучшило выполнение (Chronicle et al., 2001; Эксперимент 2). Предварительное обучение испытуемых рисовать форму решения на базе более простых вариантов задачи не изменило успешность решения основной задачи (Chronicle et al., 2001; Эксперимент 3). Таким образом, авторы приходят к выводу, что визуальные подсказки, которые были призваны ослабить перцептивные ограничения, не срабатывают. А процесс решения ограничен скорее размером горизонта планирования последовательности действий, который обычно связывают с емкостью рабочей памяти, а не с перцептивными факторами.

Следующая работа этого авторского коллектива была проведена, для того чтобы проверить теоретическую модель на другой инсайтной задаче (Ormerod et al., 2002). В качестве такой задачи использовалась задача «8 монет» (Рисунок 1). Модель предполагает, что решатели начинают решение в соответствии с локальной рациональной стратегии. Так, если в решении «9 точек» это будет стратегия максимизации количества зачеркнутых одной линией смежных точек, то в задаче «8 монет» это будет стратегия максимизации числа соприкасающихся монет (конкретнее, положить одну монету таким образом, чтобы она соприкасалась с тремя другими монетами). Такой подход позволяет двигаться к цели наиболее прямым путем. Когда есть возможность выбрать действия, которые удовлетворяют этому критерию, то та-

кие действия будут выбираться наиболее вероятно. Когда нет возможности подобрать такое действие, возникает сбой критерия, который побуждает к поиску альтернативных ходов, приводящих к ослаблению ограничений. Ограничением, которое требуется преодолеть в задаче «8 монет», является выход в третье измерение, позволяющий положить монету не рядом с соседними монетами, а поверх них. Степень, в которой решатели ограничивают себя двумя измерениями, предположительно, является функцией доступности действий на плоскости, которые можно совершить в соответствии с локальной рациональной стратегией. Авторы предположили, что если такие рациональные действия доступны, то автоматически именно они будут исследованы, подавляя рассмотрение любых действий в трех измерениях. Если использовать версии задачи, которые не будут иметь возможности совершить какие-либо действия в рамках локальной стратегии, то будет наблюдаться ранний сбой критерия, что приведет к поиску альтернативных возможных действий. Такой путь решения требует меньше когнитивной загрузки и по-прежнему может быть оценен с точки зрения прогресса продвижения к цели.

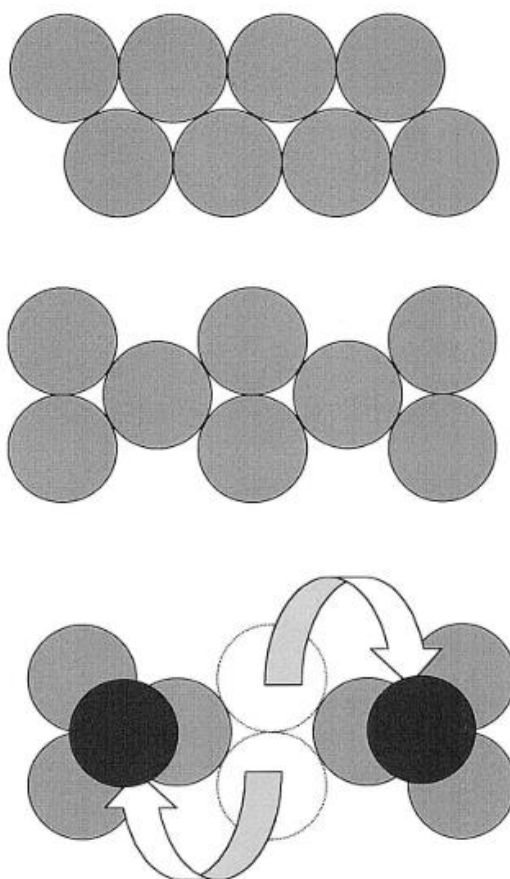


Рисунок 1. Задача «8 монет», два возможных начальных состояния этой задачи и правильное решение. Требуется переместить две монеты таким образом, чтобы каждая монета соприкасалась с тремя другими (Ormerod et al., 2002)

Авторы сравнивали относительное влияние факторов доступности локально-рациональных действий и фигурно-перцептивной организации на выполнение задания (варьируя способ первоначальной раскладки монет перед испытуемым). Результаты показали, что ключевым фактором успешности решения задачи является доступность локально рациональных действий. Испытуемые значимо чаще решали задачу в условии без доступных действий (79%), чем в условии с доступными действиями (50%). Для сравнения, различия между процентом решенных задач в условии с тесной (57%) и свободной (71%) конфигурацией монет было, по данным авторов, не значимым (Ormerod et al., 2002; Эксперимент 1). Эксперимент, в котором одновременно варьировалась доступность действий и предъявление визуальной подсказки о

выходе в третье измерение, также продемонстрировал, что испытуемые в условии без доступных действий значимо эффективнее решают задачу, чем в условии с доступными действиями. При этом, что удивительно, не было выявлено эффекта визуальной подсказки. Более того, процент решенных задач в условии с визуальной подсказкой был даже чуть ниже, чем в условии без подсказки, 65% против 69%. В случае, если испытуемый следует локальной рациональной стратегии, визуальная подсказка может быть им не принята как подсказка и остаться незамеченной, в то время как сбой критерия, вызывающий поиск альтернативных решений, обуславливает готовность решателя воспринять подсказку и на её основе быстро найти подходящий оператор (Ormerod et al., 2002; Эксперимент 2). Таким образом, данное исследование показывает, что тупики возникают из-за сочетания двух факторов: первое, это, собственно, накладываемые ограничения, и второе, некоторая форма динамики, которая направляет активность с помощью ограничений.

В последней относящейся к теории мониторинга прогресса работе этого авторского коллектива (Chronicle et al., 2004), был поставлен вопрос о различиях и общих механизмах процессов решения в инсайтных и алгоритмизированных задачах (задачах на преобразования). Во-первых, авторы использовали еще одну задачу, «6 монет», которая по ряду признаков может рассматриваться и как инсайтная, и как алгоритмизированная задача. Эта задача является простой версией задачи с восьмью монетами, но не требует выхода в третье измерение. Во-вторых, работа посвящена тому, как информация о цели влияет на выполнение эвристики приближения к цели, в частности, когда цель недостаточно конкретизирована. В-третьих, работа проверяет предсказания информационного подхода в прямом сравнении инсайтных и неинсайтных задач.

В задаче «6 монет» нам изначально даны 6 монет, расположенных в два ряда, как это изображено на рисунке (Рисунок 2). Задание состоит в том, чтобы преобразовать начальное расположение монет за три хода таким обра-

зом, чтобы каждая монета касалась только двух других. При этом требуется соблюдать следующие условия: перемещать монеты, можно только не отрывая от стола, при перемещении нельзя задевать другие монеты, перемещать за один раз можно только одну монету. Полное пространство состояний в задаче составляет 7426 легальных последовательностей, две из которых приводят к решению в форме окружности и 176 – к решению в виде двух групп монет. Вероятность нахождения решения в виде окружности составляет 0,00015, в то время как решения с двумя группами 0,01866. Авторы предположили, что основным критерием продвижения, которым пользуются решатели, является уменьшение различий между целевым состоянием (шесть монет расположены по кругу) и начальным состоянием (четыре монеты расположены на окружности). В идеале, если бы монеты можно было перекладывать, а не перемещать в плоскости, задача бы легко решалась в два хода. Однако задача с тремя ходами оказывается достаточно сложна, за 10 минут её решают только 32% испытуемых. Вероятно, это связано с тем, что стратегия максимизации расположения монет на окружности вступает в противоречие с правильным путем решения. Одна группа испытуемых решала задачу, зная, что итоговое решение представляет собой круг, а вторая группа получала лишь абстрактные требования к задаче (каждая монета должна касаться только двух других). В информированной группе три четверти испытуемых целенаправленно искали решение в форме круга, в то время как в абстрактном условии не наблюдалось таких решений, что, возможно, было связано с более высокой неопределенностью цели (Chronicle et al., 2004; Эксперимент 1).

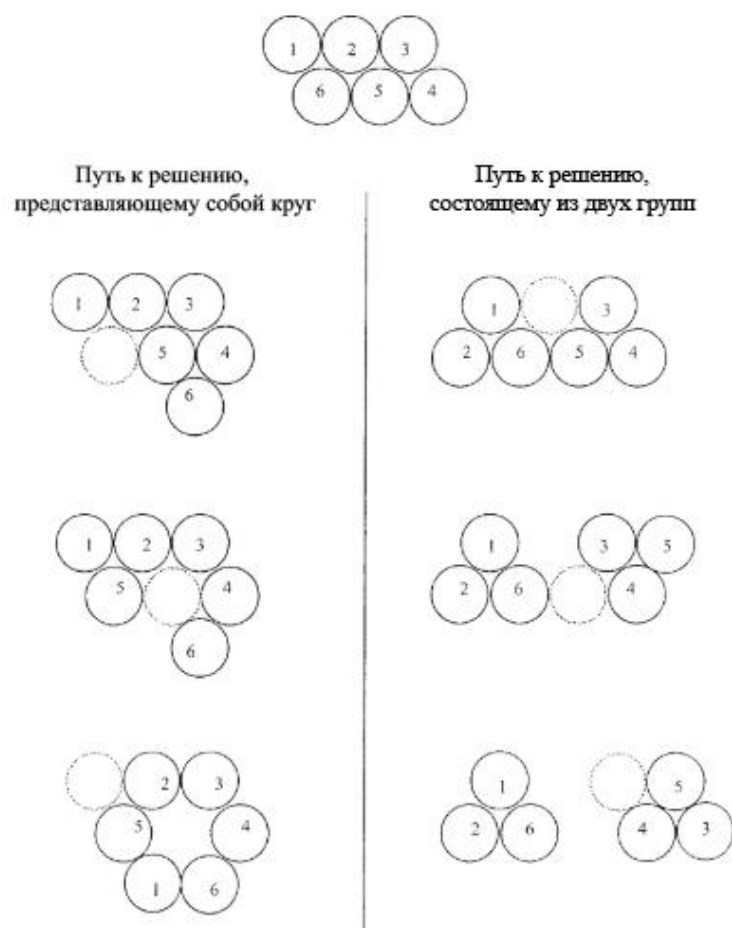


Рисунок 2. Задача «6 монет», её начальное состояние и пути к двум типам решений (Chronicle et al., 2004)

Варьируя начальное расположение монет (Рисунок 3), расположив их либо линейно в один ряд, либо обозначив полукруг, авторы получили ожидаемые различия относительно вероятности обнаружения альтернативного решения в виде двух групп монет. Только 15% испытуемых из группы с частично круговым расположением монет обнаружили решение с двумя группами, в то время как в группе с линейным расположением монет – уже 41% (Chronicle et al., 2004; Эксперимент 2).

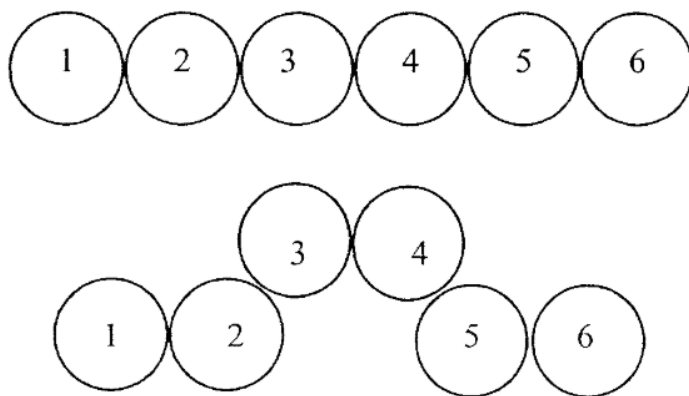


Рисунок 3. Модификация изначального расположения в задаче «6 монет» (Chronicle et al., 2004)

В третьем эксперименте, авторы варьировали информацию о цели. Всем испытуемым сообщалось, что каждая монета должна касаться двух других, и что возможны два различных решения. Информация о цели предоставлялась в четырех условиях: в абстрактном виде, с примером решения в виде окружности, с примером решения в виде двух групп монет, либо показывались оба решения. Предполагалось, что если трудности в решении этой задачи носят репрезентационный характер (трудно разбить одну целевую конфигурацию на два чанка), то при демонстрации обоих вариантов решения или решения в виде двух групп монет эффективность будет значительно выше, чем в абстрактном условии и с примером решения в виде окружности. Если трудности поиска этого решения лежат в сфере осуществления выполнения последовательности решения, то эффективность в условиях должна быть одинаковой. Подтвердилась гипотеза о репрезентационной природе трудности. Количество испытуемых, нашедших решение с двумя группами монет, было 27% в абстрактном, 27% в круговом, 89% в групповом и 91% в условии с обоими примерами. Таким образом, успех нахождения решения в этой задаче кроется в построении соответствующей репрезентации цели, а не в исполнении необходимых для решения действий. Тогда, когда известна цель, задача становится тривиальной (Chronicle et al., 2004; Эксперимент 2).

Отдельный вопрос состоит в том, насколько можно переносить данные выводы на решение инсайтных задач, требующих переструктурирования репрезентации. Для этого авторы решили взять для сравнения задачу «10 монет» или «Треугольник», которую часто используют в качестве инсайтной. В задаче требуется переместить три монеты таким образом, чтобы треугольник повернулся на 180° . Традиционным инсайтным решением считается одновременное перемещение трех монет так, как показано на рисунке 4.

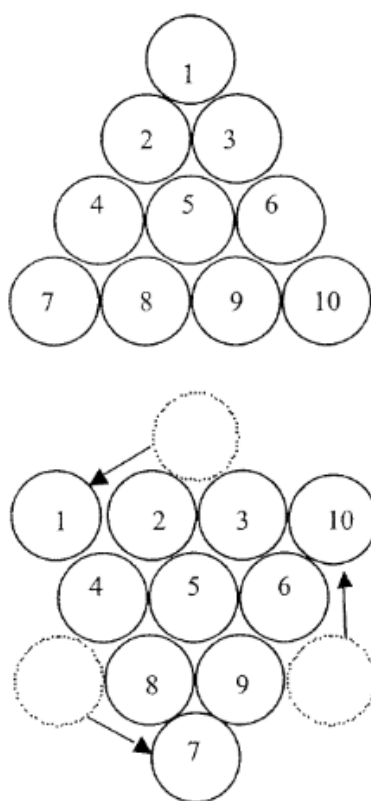


Рисунок 4. Условие задачи «10 монет (Треугольник)» и её решение (Chronicle et al., 2004)

В пространстве состояний присутствуют 81147 последовательностей легальных действий, что значительно превышает объем пространства задачи с 6 монетами, но при этом вероятность случайного обнаружения решения несколько выше и составляет 0,00041. В итоге, как и предсказывает вероятностная модель, задача 6 монет оказывается сложнее. Несмотря на то, что «10 монет» считается инсайтной задачей, только четверть испытуемых, среди нашедших правильный ответ, продемонстрировали традиционное решение –

вращение монет вокруг середины. Более половины (56%) испытуемых продемонстрировали пошаговое, но, тем не менее, успешное, решение в соответствии с эвристикой приближения к цели. Таким образом, должен ставиться вопрос о том, насколько эта задача является инсайтной. Авторы, по крайней мере, относят её к гибридным задачам, в которых возможны оба способа решения (Chronicle et al., 2004; Эксперимент 4). В итоге сравнение инсайтной и неинсайтной задачи не было выполнено, у нас недостаточных данных для оценки объяснительной эффективности данной теории.

Таким образом, Дж. МакГрегор, Т. Ормерод и Э. Кроникл показали возможности успешного применения информационного подхода к объяснению феномена трудности инсайтных задач. Они сформулировали два основных принципа, на которых строится теория: необходимость использования эвристик приближения к цели для сокращения задачного пространства и использование критерия для оценки успешности приближения к цели. Успешность решения и запуск поиска новой репрезентации зависят от возможностей проверки критерия достижения цели и репрезентационных характеристик самой цели.

Выводы по главе

2.1. Наиболее влиятельной теорией в когнитивной психологии решения задач является теория задачного пространства А. Ньюэлла и Г. Саймона. С точки зрения информационного подхода в решении задачи задействованы два различных процесса – *процесс понимания задачи*, в результате которого выстраивается репрезентация задачи, и *последовательное решение* или поиск решения на основе выстроенной репрезентации. Основное внимание в рамках теории А. Ньюэлла и Г. Саймона уделяется второму процессу, то есть собственно процессу решения задачи. Процесс решения задачи может быть успешно смоделирован на примере хорошо определенных задач, в которых высока степень формализации условий и требований задачи, а также набора

допустимых операторов. Поиск решения задачи ведется в рамках задачного пространства на основе эвристик, с помощью которых удастся обойти необходимость перебора все возможных ветвей задачного пространства.

2.2. Несмотря на значительные успехи в моделировании процесса поиска решения в хорошо определенных задачах, источники трудности в решении связаны не только с организацией задачного пространства, но и с построением адекватной репрезентации задачи. Инсайт как феномен в решении задач связан с изменением изначально построенной репрезентации задачи (задачного пространства). Обнаружение новой репрезентации происходит в результате поиска подходящей репрезентации в метапространстве всех возможных репрезентаций по тем же правилам, что и поиск решения.

2.3. По мнению А. Ньюэлла и Г. Саймона, компьютерная программа в некоторых смыслах способна не только к репродуктивному мышлению, но и к творчеству. Продукт, полученный в результате работы искусственного интеллекта, при решении сложных для человека задач, вполне можно назвать новым и ценным, решение задачи характеризуется высокой нацеленностью на процесс, искусственный интеллект способен ставить промежуточные цели и задачи и решать их для достижения конечной цели.

2.4. Теория задачного пространства в вопросе о природе инсайта получила свое развитие в виде теории продвижения к цели и мониторинга прогресса. Теория постулирует два основных принципа: решатель ищет такие действия, следствием которых будет максимальное приближение к желаемой цели, решатель постоянно отслеживает свой прогресс и выбирает только те действия, которые удовлетворяют его критерию прогресса, а если выбранные действия не удовлетворяют критерию, то это становится импульсом к поиску новой репрезентации. Теория получила свое подтверждение на ряде классических инсайтных задачах.

ГЛАВА III. ТЕОРИЯ ИЗМЕНЕНИЯ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ

3.1. Тупик как основа феномена инсайта

Несмотря на очевидные успехи в моделировании решения комбинаторных, алгоритмизированных, хорошо определенных задач, такое явление как инсайт, в частности появление полного решения в сознании после периода отсутствия сознательного решения, оказывается аномалией. С точки зрения сторонников теории задачного пространства нет достаточных оснований полагать, что полноценное решение задачи осуществляется где-то за пределами сознания одновременно с неудачными попытками решить задачу на уровне сознания. Как говорилось выше, информационный подход исходит из идеи простоты организации когнитивных процессов, поэтому введение в описание неких неосознаваемых инсайтных процессов является излишним. Новая концептуализация инсайта была предложена в работах С. Олссона (Ohlsson, 1984a, 1984b, 1992), в которых в основу теоретизирования была положена идея о тупике. Благодаря новой концептуализации инсайт может быть объяснен в терминах восприятия задачи и процессов воспроизведения в памяти.

Традиционно, начиная с работ А. Пуанкаре (2008), Г. Уоллеса (2008) и В. Кёлера (1930), инсайт понимается как появление полного и правильного решения в сознании. Это понимание имеет ряд слабостей. Во-первых, для многих задач нужна целая серия инсайтов, поскольку каждый из инсайтов не предоставляет полного решения. Так, например, в основе решения задачи «9 точек» могут лежать множество источников трудностей, кроме выхода за пределы квадрата, а преодоление каждого из этих источников можно рассматривать как инсайт (Kershaw, Ohlsson, 2004). Во-вторых, правильность решения тоже не является неотъемлемой частью инсайта, поскольку внезапно пришедшие в голову решения могут оказаться ложными (Danek, Wiley, 2017). В-третьих, традиционное понимание внезапности инсайта тоже неред-

ко подвергается критике, поскольку субъективное переживание внезапности решения не означает мгновенный характер когнитивных процессов, лежащих в основе этого чувства (Ellis et al., 2011).

По мнению С. Олссона, традиционные определения инсайта несостоятельны, поскольку не способны различить два отдельных компонента инсайтного события: преодоление тупика и завершение решения в сознании. Инсайт происходит после того, как решатель сталкивается с тупиком, то есть с ментальным состоянием, в котором кажется, что все возможные действия исчерпаны и нет ни одной идеи. На поведенческом уровне тупик наблюдается как снижение активности по решению задачи. Инсайт, по мнению С. Олссона, – это акт выхода из тупика, благодаря которому открываются новые возможности в решении, ранее не рассматривавшиеся действия. Не все тупики заканчиваются инсайтом, поскольку решатель может и не обладать для решения необходимой информацией, в таком случае путь к решению так и не будет найден. Тупик может рассматриваться как этап инсайтного решения только в том случае, если решатель обладает всеми необходимыми для решения знаниями и, в принципе, способен решить эту задачу. Выход из тупика не обеспечивает ни правильность решения, ни полное решение как таковое. Преодоление тупика может открыть возможность совершения новых пошаговых действий в задаче, в таком случае можно говорить о частичном инсайте. Полный инсайт, который описывали гештальтисты, связан с тем, что после преодоления тупика конечная цель может быть достигнута очень быстро и безошибочно. Но даже при полном инсайте мы можем наблюдать оба компонента решения – преодоление тупика и завершение решения до полного. Становится ясно, почему инсайт субъективно воспринимается как внезапный, в том смысле, что это всего лишь одно событие в решении, один момент. Таким образом, концептуализация инсайта через тупик открывает возможности для построения теории инсайта, которая должна отвечать на следующие вопросы: почему человек заходит в тупик в решении задачи, ко-

торую он способен решить; как преодолевается тупик; что происходит после того, как тупик преодолен.

Теория С. Олссона, впоследствии получившая название теории изменения репрезентации (Jones, 2003; Knoblich et al., 1999, 2001), строится на ряде идей: идее задачного пространства как основной модели, описывающей решение (Newell, Simon, 1972), идее распределения активации (Langley, Jones, 1988), идее, что тупик может быть связан с недоступностью операторов (Keane, 1989) и, разумеется, пропитана духом гештальт-психологии. Теория строится на пяти основных принципах описания решения задачи:

1. Восприятие и понимание задачи заключается в построении ментальной репрезентации, в которую включены представления о том, что дано и каковы критерии решения. Репрезентацию можно представить как набор пропозиций, хранящихся в рабочей памяти, а критерии решения можно представить как цель с набором требований, которая хранится в специальном хранилище в виде стека целей.
2. Для решения определенных типов задач в памяти актуализируется соответствующий набор операторов, связанных с теми или иными условиями, что и определяет то, какие операторы будут использованы в решении.
3. Решение задач является последовательным процессом, в том смысле, что одновременно может быть использован только один оператор. При этом оператор должен быть актуализирован в памяти: если оператор не актуализирован, то он не может быть выбран для применения в задаче.
4. Извлечение операторов из памяти не является простым заданием, поскольку извлечение должно быть обеспечено необходимым уровнем распределения активации, которое являет неосознаваемым процессом.
5. Ментальная репрезентация задачи действует как средство, извлекающее из памяти необходимые операторы, активация к операторам распространяется от пропозиций, кодирующих требования и цель задачи.

Тупик в решении задачи, которую решатель способен решить, возникает из-за того, что её первоначальное кодирование, определяемое прошлым

опытом, не активирует необходимые знания. Репрезентация задачи на основе навыков, выработанных в прошлом опыте, определяет то, какие операторы будут активированы, а какие – нет. Построение репрезентации представляет собой интерпретацию воспринимаемой ситуации или текста, при этом возможны несколько интерпретаций. Конфликт одновременно активизирующихся интерпретаций можно, например, наблюдать в сфере восприятия двойных изображений. В данном случае конфликт между интерпретациями не разрешим, поскольку обе интерпретации продолжают сосуществовать и конкурировать в сознании. Перцептивный аппарат состоит из нескольких слоев, интерпретирующих воспринимаемые стимулы. На каждом уровне система кодирующих правил, приобретенная в прошлом опыте, реагирует на набор воспринимаемых признаков и создает интерпретацию, которая становится частью более высокого уровня. Выбор подходящей интерпретации осуществляется на каждом из уровней восприятия и следующему уровню доступны только интерпретации, победившие в конкурентной борьбе на нижележащих уровнях. Итоговая репрезентация задачи через механизм распределения активации в памяти совершает выбор используемых для решения операторов. Так прошлый опыт ограничивает набор способов решения, что и приводит решателя в тупик. Используя пример В. Кёлера и К. Дункера с обезьяной, тянущейся за бананом, можно проиллюстрировать, что интерпретации этой ситуации «прутья решетки слишком крепкие» и «рука слишком короткая» активируют разные наборы операторов – направленные на использование силы в первом случае и удлинение во втором.

Выход из тупика можно обеспечить благодаря использованию новых операторов. Однако распределение активации нельзя регулировать сознательно. Единственным способом перераспределения активации является изменение тех узлов, от которых распределяется активация. В данном случае таким источником является репрезентация задачи, а, значит, перераспределение активации может произойти в результате конструирования новой репре-

зентации, того, что гештальтпсихологи называли переструктурированием. Таким образом, тупик, по мнению С. Олссона преодолевается благодаря переструктурированию. Одной из важнейших точек развития теории стало постулирование трех гипотетических механизмов переструктурирования – разработки, перекодирования и ослабления ограничений. *Разработка* представляет собой обогащение, расширение информационной базы репрезентации, в частности, включение дополнительных признаков и декларативного знания в репрезентацию, которые по ходу решения оценивались как нерелевантные задаче. Благодаря механизму разработки решается задача с усеченной шахматной доской, в которой необходимо включить в репрезентацию задачи свойство цвета клеток. В этом случае, в репрезентацию включается отсутствующая необходимая информация без пересмотра или удаления имеющейся информации. Разработка является монотонным механизмом. *Перекодирование* требуется тогда, когда необходим фундаментальный пересмотр репрезентации. Перекодирование происходит благодаря отказу от одного из уровней интерпретации, что должно предоставить другим конкурирующим интерпретациям возможность выстроить другую репрезентацию. В этом смысле, перекодирование является немонотонным механизмом. Во многих задачах тупик возникает из-за ограничений, которые накладывает решатель на целевое состояние, что не позволяет решить задачу. Способом преодоления тупика в таком случае является *ослабление ограничений*. В отличие разработки и перекодирования ослабление ограничений изменяет в большей степени представления о цели, чем о том, что дано. Два основных примера ограничений в задачах – это ограничения поиска решения за пределами квадрата в задаче «9 точек» и ограничения поиска решений за пределами плоскости в задачах, требующих использования третьего измерения. Таким образом, С. Олссон предлагает три механизма изменения репрезентации (переструктурирования), два из которых – разработка и перекодирование – оперируют с тем, что дано в задаче, и один – ослабление ограничений – с целью задачи.

С точки зрения теории изменения репрезентации, преодоление тупика не гарантирует построение лучшей репрезентации и не обязательно моментально приводит к нахождению решения. В отличие от представления гештальтистов, которые не могут объяснить, почему иногда переструктурирование не приводит к полному инсайту, теория изменения репрезентации позволяет это сделать, описывая, каким образом вообще возможен полный инсайт. Мгновенность инсайта является иллюзорной из-за слабого интроспективного доступа к собственным когнитивным процессам. Инсайт, по мнению С. Олссона, является результатом конструирования, которое может остаться незамеченным в виду своей простоты или кратковременности. Быстрый доступ к результату конструирования и вычислений обеспечивается за счет горизонта планирования (*mental lookahead*), который позволяет избежать от случайного выбора решений. Горизонт планирования позволяет «увидеть» путь к решению целиком, что и обеспечивает иллюзию мгновенности решения. В то же время, как и другие когнитивные механизмы, горизонт планирования обладает ограничениями. В его рамках невозможно удерживать задачное пространство целиком, однако размер горизонта планирования может изменяться под влиянием тренировки и экспертности в конкретном виде задач. Например, шахматисты высокого уровня экспертности способны исследовать задачное пространство более глубоко, чем новички (Chase, Simon, 1973). Таким образом, сознательные явления при переживании инсайта зависят от расстояния между состоянием в задаче, в котором возник тупик, и конечной целью, с одной стороны, и размером горизонта планирования, с другой. Если количество шагов между тупиковым состоянием и конечной целью превышает размер горизонта планирования, то преодоление тупика не приведет к ага-переживанию полного инсайта и потребует дальнейшего поиска решения. Если, наоборот, размер горизонта планирования позволяет вместить все необходимые шаги от тупикового состояния до цели, то в сознании выскакивает полное решение несмотря на то, что происходит

вычисление пути к решению. Таким образом, в отличие от гештальт-психологического подхода, теория изменения репрезентации предполагает, что переструктурирование необязательно ведет к правильному решению. Изменение репрезентации открывает новые возможности в виде нового задачного пространства. Как и другие вычисления, изменение репрезентации является процессом, в котором могут быть ошибки и сбои, и как результат он может заводить решение в новые тупики.

В теории С. Олссона, тупик не является состоянием расслабления, а наоборот, состоянием высокой напряженности. Решатель в тупике не пассивен, он вовлечен в процесс изменения репрезентации, в которой внимательно исследуется ситуация задачи, отбрасываются старые и конструируются новые интерпретации, ослабляются ограничения, актуализируются новые операторы и т.д. При этом в состоянии тупика работают такие психические процессы, как работа над репрезентацией или извлечение из памяти, которые не требуют моторной активности. Поскольку большая часть этой работы происходит за пределами сознания, то решателю сложно вербально отчитаться о том, что происходит во время тупика. Теория также дает объяснение тому, почему трудно выйти из состояния тупика. Поскольку процессы восприятия и памяти с трудом подчиняются сознательному регулированию. Решатель не может произвольно изменить репрезентацию и произвольно перераспределить активацию в семантической памяти. Но переструктурирование можно вызвать благодаря выполнению действий, которые могут изменить репрезентацию, например, сместить направление взгляда.

Ранняя версия теории изменения репрезентации, предложенная в работах С. Олссона, предлагает адаптацию идей гештальт-психологии мышления к информационной теории решения задач. Высказанная идея объединяет в себе необходимость поиска в задачном пространстве и необходимость переструктурирования репрезентации. В дополнение к модели К. Каплана и Г. Саймона (Kaplan, Simon, 1990), С. Олссон (Ohlsson, 1992) постулирует су-

ществование трех специфических механизмов изменения репрезентации (разработка, перекодирование и ослабление ограничений), которые могут быть рассмотрены как специфические инсайтные процессы. Теория изменения репрезентации использует идею гештальт-психологии о том, что перцептивные процессы лежат в основе инсайта, но в отличие от гештальт-теории, инсайт рассматривается не как моментальный акт, а как последовательность тупик-инсайт, не ведущая с необходимостью к правильному решению.

3.2. Концепция глубокого обучения

Теория изменения репрезентации получила свое дальнейшее развитие в монографии С. Олссона «Глубокое обучение» (Ohlsson, 2011). В этой работе он попытался вписать феномен инсайта в более широкий контекст когнитивных процессов, обеспечивающих успешную адаптацию человека под изменяющиеся условия окружающей среды. Теория глубокого обучения, как её метафорически называет автор, объединяет в себе объяснения сразу трех феноменов познавательной активности: инсайта, адаптации к среде путем изменения навыков и изменения ложных убеждений. В основе всех этих феноменов, по его мнению, лежат так называемые немонотонные когнитивные изменения.

Многие закономерности в окружающем нас мире носят повторяющийся (монотонный) характер, а задача живого существа выявить, индуцировать, эти закономерности с тем, чтобы к ним приспособиться и прогнозировать свое поведение. Задача когнитивной системы в таком монотонном, регулярном окружающем мире состоит в том, чтобы запечатлевать события и вычислять вероятности таких событий в будущем и на основе этого планировать свое поведение. Для описания окружающего мира с монотонными изменениями в результате предсказуемой и простой последовательности причин и следствий подходит метафора часов. Стрелка часов постоянно движется, однако, по текущему состоянию можно предсказать какое состояние будет, а

какое состояние было некоторое время назад. Изменения, которые происходят в когнитивной системе с целью обучения и адаптации к таким закономерностям, С. Олссон называет монотонными когнитивными изменениями, что в итоге составляет наш прошлый опыт. Процесс монотонного обучения, в общем виде, может быть представлен следующими этапами: в начале строятся репрезентации повторяющихся событий, на основе этих репрезентаций выявляется или вычисляется закономерность, на основе сформированного опыта человек планирует свои действия и прогнозирует будущие события. В основе выявления закономерностей лежат такие познавательные процессы, как абстрагирование, обобщение и индукция, а процесс, который отвечает за применение выявленных закономерностей, – это перенос. Наконец, помимо процессов формирования опыта и его применения, важную роль в регулярном, монотонном мире играют процессы планирования и контроля, которые помогают формировать ожидания относительно событий и результатов собственных действий.

Однако, как пишет С. Олссон, мир во многом не вписывается в метафору часов, в которых изменение является лишь иллюзией. Описание окружающего мира в значительной мере будет неполным без учета немонотонных изменений, связанных с системной организацией природы. Мир скорее устроен как сложная система, которую можно представить в виде многоуровневой системы, где на каждом из уровней существует множество взаимодействующих элементов, связанных между собой причинно-следственными связями. Взаимодействия между уровнями носят вероятностный, и, как следствие, практически непредсказуемый характер. Так, для того чтобы предсказать какие-либо события на одном из уровней, необходимо учитывать составные элементы, а также внешние и внутренние факторы, влияющие на нижележащих элементах. Сложность системы состоит еще и в том, что система может принимать такие состояния и создавать нечто новое, что выходит за пределы той регулярности, которая следует из закономерности.

стей организации её основных элементов. С. Олссон демонстрирует возможности системного подхода к объяснению появления чего-то нового в природе показывая, что в появлении нового русла реки важную роль играет взвесь мелких частиц песка в воде, которыми обычно пренебрегают рассматривая физику течения воды на глобальном уровне. Такое поведение характерно для любых систем: от механических до социальных, экономических и когнитивных. Появление новых идей и образов на уровне сознательного отслеживания тоже может быть результатом изменений на нижележащих локальных уровнях, которыми мы пренебрегаем при глобальном анализе. Таким образом, окружающий мир представляет собой комплексную систему с непредсказуемыми для человека изменениями.

В итоге, мы наблюдаем некоторое теоретическое противоречие. С одной стороны, мы знаем, что мир достаточно изменчив и в нем действует множество факторов, которые просто невозможно учесть в силу ограниченности когнитивного ресурса. С другой стороны, когнитивная система направлена на формирование устойчивого опыта и выделение закономерностей. Решением этого противоречия является предположение о том, что для взаимодействия с плохо предсказуемой окружающей средой требуются специальные немонотонные процессы научения, которые бы позволили обучаться не только закономерностям, но и меняющимся условиям.

С. Олссон выдвигает гипотезу глубокого научения, в которой постулирует существование специальных механизмов, которые бы противостояли устойчивости опыта в тех случаях, когда необходимо изменение поведения. Другими словами, теоретические модели, основанные на монотонных изменениях, требуется дополнить такими процессами, которые бы изменяли стратегии, убеждения, ожидания и репрезентации. Под этим углом зрения, становится видно, что традиционное противопоставление между творчеством и научением, идущее с работ гештальтистов и бихевиористов начала XX века (Дункер, Кречевский, 1965), несколько преувеличено. И творческие решения,

и научение служат одной цели, и являются формами адаптации к изменяющимся условиям. Не отрицая роли монотонного прошлого опыта, С. Олссон делает основной акцент на том, как преодолевать ограничения, которые создает прошлый опыт и развивает теорию, в которой описываются механизмы открытия нового через творческое мышление, адаптацию и изменение убеждений.

Творческое мышление или инсайт – это явление, которое проявляется в изменении неэффективной изначальной репрезентации при решении задач. Адаптация к окружающей среде состоит в модификации или специализации правил и способов действия в изменившейся ситуации. Изменение убеждений – это процесс выявления противоречий в системе знаний и последующей проверкой на истинность. Как можно заметить из этих кратких описаний, общим для этих процессов является изменение следов прошлого опыта.

Принципы глубокого обучения

Чтобы объяснить механизмы, лежащие в основе таких немонотонных когнитивных изменений как феномены инсайта, адаптации и изменения убеждений, необходима общая теория глубокого обучения. Немонотонно обучающаяся когнитивная система, по мнению С. Олссона, должна иметь в своей основе системную организацию, чтобы быть достаточно гибкой при адаптации к изменяющейся среде. Общую теорию С. Олссон формулирует в виде нескольких принципов, которые выступают в роли основных постулатов данной теории:

1. Спонтанная активность.

Несмотря на внешнее отсутствие поведения, в любой момент времени в живом мозге происходит спонтанная активность. Во сне мы видим сны, во время отдыха мы мечтаем и фантазируем. Когнитивная система никогда не находится в покое, в особенности на нижележащих уровнях. Нейроны так же

находятся в постоянной активности, а синапсы и клетки, не получающие возбуждения, атрофируются и удаляются.

2. Структурированные, неограниченные репрезентации.

Каждая репрезентация состоит из более простых репрезентаций, которые не являются стабильными, а постоянно изменяются под воздействиями сигналов внешней среды. Несколько слоев составных частей репрезентации порождают почти неограниченные возможности для построения репрезентации. Слои имеют системы обратной связи и тем самым порождают не только почти бесконечное количество возможных комбинаций, но и гибкую систему подстройки под внешние условия.

3. Послойная избирательная ограниченная по ресурсам и основанная на обратной связи переработка.

Слои в когнитивной системе обеспечивают необходимую гибкость при построении репрезентации. Каждый слой состоит из набора элементов, наподобие узлов в семантической сети, где элементы являются компонентами репрезентации. Репрезентации строятся посредством передачи сигналов вверх по слоям, где каждый элемент на каждом уровне выполняет определенные вычисления и передает импульс. Импульсы распространяются избирательно – результаты операции передаются только по ограниченному множеству выходных связей. Каждый элемент передает импульс избирательно, только по некоторым своим связям из-за ограниченности когнитивного ресурса. Активация, которая может быть распространена в единицу времени ограничено, создает такое свойство когнитивной системы как ограниченность ресурса.

4. Повсеместное монотонное обучение

Когнитивная система постоянно создает репрезентации в ходе переработки информации и хранит их в долговременной памяти. Монотонное обучение – основная часть работы когнитивной системы.

5. Локальная согласованность и латентный конфликт.

Знание, или прошлый опыт, хранится в долговременной памяти. Поскольку знание доступно только тогда, когда оно активировано, проверка на совместимость различных составных частей этого знания затруднена. Она может быть осуществлена, а противоречия могут быть обнаружены, только если противоречивые знания активированы для одного задания. Несмотря на то, что мы стремимся снять противоречия и прийти к внутренней согласованности, когнитивная система имеет дело только с локальной, а не с глобальной согласованностью. Когнитивной системе невыгодно запускать процесс поиска противоречий в неактуализированных знаниях, поскольку поиск будет невероятно долгим. В связи с этим, противоречия могут оставаться латентными долгое время.

6. Обратная связь.

Высокоуровневые процессы, в свою очередь, также оказывают нисходящие влияния на нижележащие уровни, изменяя баланс связей. Нисходящая по слоям обратная связь может быть как положительной, так и отрицательной. Положительная обратная связь может подкреплять одну из интерпретаций, например, символ «О» в контексте слова более вероятно будет проинтерпретирован как буква, а не как число. Обратная связь также может вызывать и нестабильность в компонентах актуализированной репрезентации. Более того, негативная обратная связь может вообще подавлять активированную репрезентацию.

7. Усиливающееся и затухающее распространение.

Распространение активации связано с количеством связей и их силой. Если у активированного элемента мало сильных связей и проторенных путей, то сигнал может преодолеть даже несколько слоев, но затем затухнуть. Усиливающееся распространение работает по принципу эффекта бабочки, когда активация одного узла на нижних уровнях может вызвать каскадный эффект активации на уровнях более высокого порядка. Такие изменения приводят к переструктурированию репрезентации в инсайте, специализации правил при

адаптации к новой ситуации и запускают проверку истинности и непротиворечивости системы убеждений. Изменения могут быть незначительными и малозаметными на нижележащих уровнях, там, где и происходит ключевой момент изменения. Изменения становятся заметны тогда, когда приобретают значительный размах.

8. Интерпретация и проявление конфликта.

Поскольку внутренние неактуализированные репрезентации могут быть противоречивы, то их одновременная актуализация может приводить к осознанию противоречий. Например, актуализируются две противоречивые интерпретации при восприятии куба Неккера, или существующие одновременно в памяти человека представления о том, что Солнце и Земля находятся в центре Солнечной системы.

9. Конкурентная оценка через когнитивную полезность.

Разрешение конфликта происходит через контекстовую поддержку, то есть через влияние внешних стимулов на выбор одной из интерпретаций. Выбор правила выполнения действия осуществляется через релевантность задаче, убеждения также могут быть оценены по релевантности и полезности.

Перечисленные принципы глубокого обучения должны объяснять то, благодаря чему когнитивная система способна преодолевать ограничения монотонного обучения и гибко изменять свое поведение. В теории глубокого обучения инсайт рассматривается в качестве одного из таких случаев, когда когнитивная гибкость, обусловленная запуском процессов реинтерпретации снизу вверх, помогает преодолевать ограничения в решении, связанные с влиянием прошлого опыта.

Решение инсайтных задач

Традиционный взгляд на этапы решения восходит к работе Г. Уоллеса (2008) с четырьмя гипотетическими этапами: подготовкой, инкубацией, оза-

рением и верификацией. Несмотря на то, что эти представления стали общепринятыми, состоятельных аргументов в поддержку этой последовательности не существует. Восполняя этот пробел, С. Олссон предлагает другую последовательность этапов, которая, по его мнению, более адекватно отражает специфику решения творческих задач.

Последовательность стадий инсайтного решения

1. *Поиск*. В рамках данного этапа решатель пытается продвигаться в решении путем исследования материала задачи, через понимание цели и использование тех возможностей в решении, которые приходят в голову в первую очередь. Происходит продвижение по выстроенному на основе презентации пространству решения в поисках ответа, что представляет собой аналитическое решение.

2. *Тупик*. Этап тупика характеризуется отсутствием новых продвижений в решении задачи. На этом этапе решатель не предлагает новых, ранее не исследованных вариантов. Если предлагаемые варианты решения требуют много когнитивных ресурсов, то активность по решению задачи может снизиться. Если варианты решения когнитивно нетрудозатратны, то может наблюдаться постоянное повторение одних и тех же решений. Субъективно это может переживаться как нахождение в тупике, как переживание пустоты в поиске нового решения. В случае обоснованного тупика (то есть тупика, сложившегося в результате отсутствия у решателя необходимых знаний или навыков) решение так и не будет найдено.

3. *Инсайт*. В случае, если тупик носит необоснованный характер, то есть у решателя есть все необходимые знания и навыки для решения задачи, может прийти новая идея. Инсайт – это не процесс, происходящий в сознании или в бессознательном, а событие, которое знаменует собой преодоление тупика. Инсайт не обязательно происходит сразу после тупика, это событие может занять время, в зависимости от особенностей задачи и решателя.

4. *Последствия.* Результаты инсайта как преодоления тупика и последующие за ними действия могут быть различными. Выход из тупика, связан с построением новой репрезентации, в которой открываются возможности совершать новые ходы, которых до этого решатель «не видел». Новые возможности могут приводить либо к моментальному ответу, либо вновь запускать аналитические процессы в поисках решения. Новая репрезентация не гарантирует возможности правильного решения задачи, но открывает возможность двигаться в новом направлении.

Ключевыми этапами в творческом решении, с точки зрения данной теории, являются тупик и его преодоление. В свою очередь, теория инсайта должна объяснять, почему возникают необоснованные тупики, и с помощью каких процессов происходит преодоление таких тупиков. Тупик в решении, по мнению С. Олссона, связан с репрезентацией неадекватной задаче и, как следствие, невозможностью найти решение задачи в построенном на её основе пространстве решения. Преодоление тупика возможно благодаря изменению репрезентации. Таким образом, теория одновременно включает в себя и описание монотонных механизмов построения репрезентации с аналитическим решением в рамках пространства решения, и описание немонотонных когнитивных изменений, лежащих в основе изменения репрезентации на этапе тупика.

Построение репрезентации

В основе успешного решения лежит построение адекватной репрезентации задачи. Поэтому, для того чтобы понять механизмы того, как формируются необоснованные тупики, необходимо описать механизмы формирования репрезентации. Объяснение того, какая информация будет актуализирована при построении репрезентации, можно обнаружить в моделях, строящихся на идее распределения (Hélie, Sun, 2010; Langley, Jones, 1988; Martindale, 1995; Sio, Rudowicz, 2007). Общая идея состоит в том, что репре-

зентация на каждом из уровней состоит из элементов, представляющих собой узлы семантической сети. Между узлами происходит распределение активации по их горизонтальным и вертикальным связям. У каждого узла есть свой порог активизации, после преодоления которого элемент становится доступен припоминанию. В единицу времени только ограниченный набор таких элементов может преодолеть порог. Распределение от узла происходит по всем имеющимся связям: чем более отдаленной является связь, тем меньше активации становится доступно.

Итоговая репрезентация зависит от большой цепочки выборов, осуществляющихся на нижележащих уровнях. «Для объяснения инсайта, ключевой пункт состоит в том, что субъективное переживание восприятия объекта и ситуации – это результат большого числа быстрых и неосознаваемых, но, тем не менее, настоящих выборов, ограниченных и искаженных прошлым опытом, закодированных в виде относительных силы и уровня активации вертикальных и горизонтальных связей» (Ohlsson, 2011, С.97). Важным моментом является то, что интерпретация, осуществляемая на каждом из уровней, обладает как фасилитирующим, так и подавляющим эффектом. С одной стороны, автоматическое определение объекта по нескольким совпадающим признакам позволяет быстро категоризировать воспринимаемый объект. С другой стороны, автоматическая интерпретация на основе выученных паттернов накладывает ограничения на альтернативные интерпретации. Тем самым, итоговая репрезентация является результатом череды автоматических интерпретаций, переходящих от уровня к уровню.

Как правило, инсайтные задачи требуют построения репрезентации в визуальной и вербальной модальности. Формирование репрезентаций в обеих модальностях происходит по иерархическому принципу. На высшем уровне формируется репрезентация задачи, которая состоит из двух необходимых частей: *репрезентации условий* (начальное состояние) и *цели как образа ожидаемого результата* (целевое состояние). На основе этих двух со-

ставляющих активируются те или иные действия и стратегии в решении задачи. Начальное и целевое состояния задачи хранятся в рабочей долговременной памяти и доступны в рабочей памяти. При построении визуальной репрезентации на нижних уровнях выделяются ведущие признаки (выявляется градиент, распознаются контуры, экстраполируется форма, регистрируется движение и т.п.), на основе которых осуществляется категоризация объектов, а затем из объектов строится модель ситуации. Построение вербальной репрезентации, в целом, следует этой же логике. В соответствии с теорией конструирования-интеграции В. Кинтча и Т. ван Дейка (Kintsch, 1988; van Dijk & Kintsch, 1983) пошаговое построение репрезентации происходит через ряд стадий, в которых поочередно осуществляется лексический доступ (на основе изображенных слов из памяти извлекаются значения слов), строятся синтаксические конструкции (происходит понимание предложений), делаются имплицитные выводы (выдвигаются гипотезы о сюжете текста), на основе которых строится итоговая ситуационная модель.

Активация элементов репрезентации на разных уровнях происходит в долговременной памяти, и только ситуационная модель и её отдельные элементы, превысившие порог активации, могут быть доступны в рабочей памяти. В итоге, для сознательной обработки остается доступна только находящаяся в рабочей памяти репрезентация, которая является проекцией прошлого опыта на задачу. Объем рабочей памяти ограничен, поэтому та информация, которая должна быть актуализирована, проходит отсев. Одновременно может быть актуализирована только часть информации. Извлечение информации из памяти носит циклический характер. Восходящие влияния осуществляются следующим образом: изначально активированная репрезентация определяет то, какой будет построенная репрезентация задачи и целевого состояния. Нисходящие влияния работают в обратном направлении: построенная репрезентация задачи и цели определяет то, какая информация будет извлекаться из памяти. Таким образом, репрезентация может не только автоматически

строиться, но и регулироваться по принципам *обратной связи* через нисходящие влияния.

Распределение активации в долговременной памяти между узлами определяет то, какая будет построена репрезентация условий задачи и цели. Кроме того, прошлый опыт в виде распределения активации определяет также и то, какие *операции аналитического мышления* будут актуализированы: ментальные репрезентации действий, схемы суждений и процессы разбиения на подцели. Репрезентации действий напрямую определяются поставленной целью, на достижение которой они направлены и выбираются на основе антиципации. Достаточно простые действия строятся на возможностях действий, связанных с объектами (аффордансах). Ожидание успешности последовательности действий достижению цели достигается благодаря ментальному горизонту планирования, то есть дальновидности планирования, связанной с емкостью рабочей памяти. Схемы суждений или правила вывода также являются сформированными прошлым опытом аналитическими операциями, использующимися в соответствующих задачах. Эффективность антиципации обеспечивается еще и процессами, благодаря которым основная цель задачи разбивается на промежуточные подцели. Таким образом, основные аналитические операции, используемые в решении задачи, извлекаются из долговременной памяти на основе построенной репрезентации.

Сложная мыслительная задача предполагает, что в рамках данной репрезентации задачи открываются множество возможностей для совершения действий. Для описания этого С. Олссон использует понятие *пространство решения* (solution space), но также весьма распространено и использование термина А. Ньюэлла и Г. Саймона «задачное пространство» (Newell, Simon, 1972). Для описания этого же конструкта Р. Вудворте использовал понятие «зона поисковой активности» (the sector of exploratory activity) (Woodworth, 1938). Данное пространство не существует как когнитивное образование, это чисто теоретический конструкт, которым удобно пользоваться для описания

выбора действий в ходе решения. Решение задачи состоит в том, чтобы найти путь в пространстве решения к состоянию, которое бы удовлетворяло цели. Затруднения в аналитическом мышлении связаны с факторами веерности и длительности пути решения. Поиск решения в пространстве решения является циклическим процессом. Решатель получает негативную обратную связь о недостижении цели и меняет действия или их последовательность на более перспективный путь решения в рамках пространства решения. Набор причин, из-за которых данный путь оказывается неэффективным, называется конфликтным набором, а способ снятия этих причин – разрешением конфликта. Проекция прошлого опыта в виде аналитических операций обеспечивает ограничение в поиске траектории, оберегая решателя от комбинаторного взрыва.

Однако, даже набор из актуализированной репрезентации условий и цели, и аналитических операций не избавляет от комбинаторного взрыва даже в достаточно простых задачах. Количество возможных комбинаций действий оказывается слишком велико для ограниченной когнитивной системы. Одним из возможных средств, позволяющих ограничить применение действий для некоторой задачи, являются эвристики. В этом отношении теория изменения репрезентации С. Олссона совпадает с теорией А. Ньюэлла и Г. Саймона. Существуют два типа эвристик: *стратегии* и *оценочные функции*. Стратегии позволяют наиболее вероятно выбирать успешные способы решения задачи. Стратегии могут быть как задачно-неспецифичными (такие эвристики, например, предлагает теория задачного пространства), так и задачно-специфические, которые обобщаются из опыта решения каждого конкретного класса задач. Оценочные функции необходимы для того, чтобы определять признаки, по которым можно оценивать степень приближения к цели, и, как следствие, оценивать перспективность выбранного пути решения.

Таким образом, построение репрезентации и решение задачи в рамках пространства решения осуществляется через аналитическое мышление, представляющее собой проекцию прошлого опыта на решаемую задачу. На основе выученных автоматизмов формируется репрезентация условий и цели задачи. В соответствии с прошлым опытом актуализируются аналитические операции, необходимые для решения конкретной задачи: аффордансы, правила логического вывода, процессы разбиения на подцели. На основе сформированных знаний для упрощения поиска в пространстве решения используются эвристики в форме стратегий и оценочных функций. Все обозначенные процессы подчинены общим закономерностям извлечения из долговременной памяти, распределению активации по вертикальным и горизонтальным связям внутри соответствующих мест хранения информации в памяти. Все процессы обладают функцией наложения ограничений на пространство решения, чтобы избежать проблемы комбинаторного взрыва. Однако, основная проблема аналитического мышления состоит в том, что оно не выходит за пределы тех аксиом, на основе которых строится изначальная репрезентация. Аналитическое мышление не способно выходить за пределы того пространства поиска решений, в рамках которого оно работает. Если в рамках данного пространства решения не существует правильного ответа, то для его нахождения необходимо изменить репрезентацию и построить новое пространство решения.

Локальная теория инсайта, теория перераспределения

Часть теории, которая объясняет, каким образом происходит изменение неадекватной репрезентации, представляет собой локальную теорию инсайта в рамках теории глубокого научения, которую С. Олссон называет теорией перераспределения активации. В рамках данной локальной теории даются ответы на вопросы о том, почему существуют необоснованные тупики,

и с помощью каких механизмов когнитивная система способна их преодолеть.

Незнакомая задача может актуализировать репрезентацию, которая может оказаться неподходящей для решения. Единожды активированная репрезентация оказывает подавляющее влияние на другие интерпретации. Задачи, которые рассматриваются в качестве инсайтных, как правило, запускают у большинства решателей неверную репрезентацию, задача специально создается таким образом, чтобы направить решателя по неверному пути. Задача может запускать как неверную начальную репрезентацию условий, так и неверные ожидания относительно цели, а также актуализировать неверные аналитические операции, тем самым заводя решателя в необоснованный тупик. Время нахождения в тупике частично зависит от размера пространства решения (Kaplan, Simon, 1990; MacGregor et al., 2001). Более знакомый с актуализированной репрезентацией решатель может больше времени тратить на исследование характеристик неэффективного пространства решения, в то время как менее осведомленный решатель будет искать более простой и короткий путь к решению.

Таким образом, необоснованные тупики в решении незнакомых задач являются следствием того, что восприятие и понимание условий задачи являются интерпретационными процессами. Интерпретации сами ограничены прошлым опытом, к тому же интерпретация накладывает ограничения на элементы репрезентации, запуская их понимание в ненужном направлении. Сходство проблем в решении инсайтных задач С. Олссон связывает с тем, что в качестве испытуемых в исследованиях инсайта являются студенты, воспитанные в одинаковой интеллектуальной среде.

Ключевым вопросом в теории инсайта является то, каким образом преодолеваются тупики в решении. Тупик не может быть преодолен простым настойчивым продвижением по пространству решения. Необходимо отказаться от неверной и построить новую репрезентацию, подходящую под дан-

ную задачу. Важным фактором изменения репрезентации является усилие по решению задачи. Настойчивые, но неэффективные действия ведут к получению негативной обратной связи, которая может оказывать нисходящее подавляющее влияние на нижележащие уровни репрезентации по вертикальным связям. Негативная обратная связь может привести к переоценке силы связей между узлами семантической сети, а затем восходящие влияния могут произвести изменения в рабочей памяти в виде актуализации новых элементов или новой интерпретации.

То, каким образом происходит изменение репрезентации, С. Олссон называет перераспределением активации. Теория перераспределения состоит из нескольких основных положений, часть которых соответствует многим сетевым теориям, а часть – заметно отличается. Во-первых, каждый узел на каждом из слоев связан с определенным количеством активации, которое является суммой входных активаций. Во-вторых, каждый узел связан с множеством окружающих его узлов через связи между ними пропорционально силе этих связей. Сила связи определяет то, какое количество активации будет распределено. Сила связи определяется частотой связи между узлами, с успешностью и неуспешностью, возможным вознаграждением или возможным усилием при достижении цели. В-третьих, часть узлов, которые связаны с активированным узлом при увеличении активации могут преодолевать порог активации, в то время как другие узлы так и останутся неактивированными. В-четвертых, активация элементов зависит от последующих событий. Отсутствие успеха должно давать негативную обратную связь, которая приводит к тому, что часть активации будет заимствована у активированных элементов. В-пятых, изъятая у элемента активация будет перераспределена между всеми узлами, связанными с этим элементом, пропорционально силе имеющихся связей. В-шестых, узел, получивший негативную обратную связь, передает её на уровень ниже и снижает также и активацию его входных стимулов. В результате, данный элемент может быть выключен из ре-

презентации. Даже если перераспределенной активации будет недостаточно для активации нового элемента, отключение одного из элементов на поведенческом уровне должно запускать новый поиск. Тот узел, который следует шести приведенным принципам, демонстрирует время и темп, характерные для инсайтной последовательности, что подтверждается методами компьютерного моделирования (Ohlsson, 2011. С. 109-110).

Такое объяснение изменения репрезентации не требует введения и постулирования дополнительных специфических процессов, и, таким образом, во время инсайта не происходит ничего необычного. И рутинное решение, и инсайт происходят в соответствии с перераспределением активации. Различия между рутинным решением и инсайтом не связаны с разными когнитивными процессами, а зависят только от уровней активации в репрезентации задачи, в порогах активации и обратной связи, а также других подобных факторов.

Состояние тупика в значительной степени отличается от состояния бездействия. Как это может показаться, решатель, попав в тупик, ничего не делает, поскольку не предпринимает никаких новых действий к решению, или вообще ведет себя пассивно. Однако, это не так. Решатель прикладывает усилия к тому, чтобы негативная обратная связь повлияла на активацию элементов задачи, а на основе этого встраивает новые активированные элементы в репрезентацию. Изменение элементов репрезентации, связанное с нисходящим распространением *негативной обратной связи*, вызывает изменение в репрезентации задачи, что влечет за собой извлечение из памяти новой дополнительной информации и, в конечном счете, должно привести к формированию нового пространства решения.

После изменения репрезентации окончательное решение может быть найдено не сразу. Теория перераспределения предсказывает, что субъективное переживание инсайта, так называемое ага-переживание, сопровождает только те случаи, когда финальное решение оказывается достаточно близко.

На языке данной теории, смена репрезентации, сопровождаемая инсайтным переживанием, то есть *полный инсайт* происходит, если весь путь от нового начального состояния до целевого состояния в пространстве решения может быть виден в рамках ментального горизонта планирования. Если весь путь решения целиком не обозрим, ввиду длины решения или небольшого горизонта планирования, то инсайтное переживание не будет наблюдаться, несмотря на наличие изменения репрезентации, то есть наблюдается *частичный инсайт*. В случае *ложного инсайта* происходит изменение репрезентации с формированием нового непродуктивного пространства решений, непродуктивность которого решатель должен понять также как и непродуктивность начальной репрезентации. Теоретически количество изменений репрезентации неограниченно.

С. Олссон ставит четыре вопроса, на которые должна ответить эффективная теория инсайта. Во-первых, как возможно новое, как возможны новые идеи? Теория перераспределения отвечает на этот вопрос следующим образом: создание нового есть не просто извлечение готового опыта, но создание новой интерпретации. Во-вторых, каковы ключевые особенности творческих процессов, делающих их творческими? В то время как аналитические процессы являются способом перемещения в пространстве поиска решения, творческие процессы изменяют саму основу этого пространства – репрезентацию задачи. В-третьих, что направляет творческий процесс? С точки зрения этой теории, творческий процесс определяется потоком нисходящей негативной обратной связи, перераспределяющей активацию между узлами. Однако в силу сложной системной организации индивидуальной семантической памяти направление творческого процесса становится непредсказуемым. В-четвертых, каковы факторы, ограничивающие творческие процессы? Основным сдерживающим фактором изменения репрезентации является прошлый опыт, отраженный в системе связей между узлами.

Таким образом, как отмечает сам автор (Ohlsson, 2011. С. 120), теория перераспределения легитимизирует идеи гештальт-психологов в современной психологии мышления. В частности, теория использует идею укорененности решения задач в перцепции, однако эта идея реализована иначе. Влияние перцепции на решение задач осуществляется, по мнению С. Олссона, через процесс построения репрезентации.

3.3. Гибридные модели инсайта

Теория изменения репрезентации, особенно в её более ранних версиях (Ohlsson, 1992), получила значительную экспериментальную поддержку. При этом во многих исследованиях в конце 1990-х – начале 2000-х, теория изменения репрезентации прямо противопоставлялась теории продвижения к цели и мониторинга прогресса. Исследования были направлены на проверку наличия специфических процессов реструктурирования, описанных в работе С. Олссона, в частности ослабление ограничений и декомпозицию чанка как частный случай перекодирования.

Для проверки предположений теории изменения репрезентации в экспериментальную практику были введены задачи со спичками, представляющие простые арифметические действия (Öllinger, Knoblich, 2009). Арифметические задачи со спичками представляют собой уравнения, состоящие из римских цифр и операторов (+, −, =). Обычно, требованием задачи является переложить одну спичку так, что выражение оказалось верным. Важными особенностями таких задач являются наличие перцептивных чанков (перцептивных группировок, в которые объединяются спички) и ограничений, накладываемых решателем на используемые арифметические выражения. Перцептивные чанки могут быть более или менее сильными. Так, например, спички, образующие цифру III, образуют менее сильный чанк, чем, например, цифру V или оператор +. Это означает, что использование спичек из III будет встречаться значительно чаще, чем использование символов из V или +.

Трудность определяется одновременно и перцептивной группировкой, и значением элементов чанка. Для сравнения, наиболее трудным чанком для расщепления является цифра X, которая после деления образует два символа \ и /, не имеющих самостоятельного значения в контексте данной задачи. Процесс, который позволяет расщепить чанк на составляющие, Г. Кноблих и коллеги называют декомпозицией чанка, что является частным случаем предложенного С. Олссоном процесса перекодирования. Накладываемые решателем ограничения также являются механизмом изменения репрезентации, предложенным С. Олссоном. В этих задачах ограничения решателем накладываются, в первую очередь, на изменение операторов, которые рассматриваются как инварианты в решении.

Г. Кноблих, С. Олссон, Х. Хайдер и Д. Рениус (Knoblich et al., 1999) подтвердили эти теоретические представления. В серии экспериментов они варьировали трудность декомпозиции чанка и ослабления ограничений на примерах задач со спичками. Результаты показали, что декомпозиция чанков и ослабление ограничений являются двумя независимыми процессами, ведущими к изменению репрезентации. Задачи, требующие декомпозиции сильного чанка, оказываются значительно труднее, чем на декомпозицию слабого чанка. При этом трудность задачи возрастает вместе с числом самоналоженных ограничений, которые необходимо ослабить. Самый трудный тип задач с наложенными ограничениями, это задачи с тавтологическим выражением, в которых испытуемые неосознанно накладывают ограничение на использование двух знаков равно (например, $III = III = III$). В целом, важно заметить, что, по мнению К. Тевено и Дж. Оукхилл (Thevenot, Oakhill, 2008), теория изменения репрезентации, в особенности положения о декомпозиции чанков и ослаблении ограничений хорошо приложима и к неинсайтным задачам. По их данным, решатели избегают строить альтернативные репрезентации в неинсайтных задачах даже тогда, когда это возможно и доступно. Альтерна-

тивные репрезентации арифметических задач тем легче построить, чем меньше ограничений необходимо ослабить.

М. Оллингер, Г. Джонс и Г. Кноблих (Öllinger, Jones, Knoblich, 2008) проверили, можно ли эффект установки интерпретировать с точки зрения изменения репрезентации. Основная идея состояла в том, что повторяющиеся решения в сходных задачах изменяют репрезентацию таким образом, что она ограничивает пространство рассматриваемых решений. Однако, несмотря на теоретические ожидания, повторение решения задач с операциями над числами не повышало трудности задач, в которых требуется манипулировать операторами. Вероятно, что это было связано с тем, что оперирование над значениями и так является активированной формой знания об арифметике, которое изначально накладывает ограничения на решение. Ожидаемый эффект наблюдался в том случае, если после решения серии задач, требующих манипулирования операторами, решалась задача, требующая манипулирования значениями, то решение второй из них сильно нарушалось. В этом случае повторные манипуляции с операторами смещали представления о цели в сторону представления об операторах как переменных, а числах как инвариантах.

Неожиданный результат, полученный в этом исследовании, состоит в том, что один инсайт снижает вероятность другого инсайта. Если испытуемые решают задачи на декомпозицию сильного чанка (преобразование X в V), то последующее решение задачи, требующей тавтологии становится практически невозможным: декомпозиция чанка снижает вероятность ослабления ограничений. Это наводит авторов на мысль о том, что декомпозиция и ослабление – два независимых процесса, первый из которых отражает перцептивные аспекты решения задач, а второй – концептуальные. Трудность с переключением между процессами, вероятно, связана с тем, чтобы переключаться между перцептивной и концептуальной гибкостью.

Еще один подход в доказательстве теории изменения репрезентации состоит в использовании методики записи движения глаз (см. обзоры Knoblich, Öllinger, Spivey, 2005; Владимиров, Чистопольская, 2016). Такой метод обеспечивает хорошее разрешение в регистрации динамики и позволяет отслеживать внимание испытуемых на те или иные элементы задачи. В эксперименте Г. Кноблиха, С. Олссона и Г. Рэни (Knoblich et al., 2001) испытуемые решали задачи со спичками, которые требуют изменения репрезентации в различной степени: либо не требуют изменения и решаются как алгоритмизированные задачи, либо включают механизмы декомпозиции чанков и ослабления ограничений. Во-первых, предполагалось, что во время тупика активность по решению задачи должна приостанавливаться, то есть решатели должны фиксировать свой взор без выдвижения каких-либо гипотез. Было выявлено, что средняя продолжительность фиксаций взгляда выше для задач, требующих изменения репрезентации. Второе предсказание касалось того, что начальное представление о цели ограничивает внимание числовыми значениями в выражении. Решатели действительно значительно дольше рассматривают значения, чем операторы на ранних этапах решения. В-третьих, предсказывалось, что успешные решатели инсайтных задач должны постепенно больше рассматривать важные для решения элементы задачи. Было показано, что на поздних этапах успешные решатели дольше направляют взор на операторы и критические сильные чанки. Итоговые результаты, полученные в этом исследовании, говорят в пользу теории изменения репрезентации.

Как было показано, смещение внимания, вероятно, является следствием изменения репрезентации. Э. Грант и М. Спайви (Grant, Spivey, 2003) продемонстрировали, что возможен и обратный эффект, когда запущенный извне процесс смещения внимания на важные для решения задачи детали запускает процесс изменения репрезентации. Авторы предлагали испытуемым решать дункеровскую задачу с X-лучами, в которой требуется придумать

способ уничтожения неоперабельной опухоли в кишечнике с помощью Х-лучей таким образом, чтобы не повредить окружающие ткани. Испытуемым предъявлялось схематическое изображение задачи, в котором опухоль была обозначена как небольшой закрашенный круг, окруженный овалом, изображающим кожу. В первом эксперименте они обнаружили, что успешные решатели смотрели дольше на кожу, чем неуспешные решатели, дольше смотрящие на опухоль. Во втором эксперименте они проверяли гипотезу о том, что смещение внимания на кожу увеличивает процент решенных задач. Задача предъявлялась в трех условиях: с едва пульсирующей кожей, пульсирующей опухолью и в статическом виде. Как и ожидалось, процент правильных решений был значимо выше в условии с пульсирующей на мониторе кожей. Этот результат весьма примечателен тем, что простое воздействие на внимание оказывается значительно эффективнее, чем изоощренные вербальные подсказки в ходе решения в других исследованиях.

В исследовании Г. Джонса (Jones, 2003) была поставлена задача напрямую сравнить предсказания теорий изменения репрезентации и теории мониторинга прогресса. Он предлагал испытуемым решать задачу, в которой требовалось вывести машину с парковки, одновременно с решением записывались движения глаз. В этой задаче испытуемый должен осуществить ряд действий по перестановке автомобилей на парковке с целью провести такси к выезду. В частности, требуется понять, как расчистить проезд таким образом, чтобы автомобиль смог выехать с парковки. В некоторых версиях этой задачи требуется не только расчистить проезд от других припаркованных автомобилей, но и перемещать такси вперед и назад, для того чтобы создать проезд. Г. Джонс считает, что такие задачи требуют инсайта, поскольку решатели накладывают ограничения на движение такси до того момента, как будет расчищен весь путь. В соответствии с представлениями теории изменения репрезентации ожидалось, что испытуемые должны испытывать тупики при решении таких задач. В соответствии с предсказаниями теории мониторинга

прогресса предполагалось, что более успешными решателями должны оказаться испытуемые с большими показателями горизонта планирования, поскольку они должны сталкиваться с тупиками раньше, чем решатели с низким уровнем горизонта планирования. С использованием методов регистрации движения глаз было показано, что успешные испытуемые сталкивались с одним или несколькими тупиками до того, как впервые передвинули такси, а испытуемые с более высокими показателями горизонта планирования решали задачи быстрее и за меньшее количество действий. По мнению Г. Джонса, эти результаты говорят о том, что скорее необходимо интегрировать две теории, чем рассматривать их как конкурирующие. Теория продвижения к цели и мониторинга прогресса в большей степени описывает то, что происходит в решении задачи до того, как наступил тупик, в то время как теория изменения репрезентации описывает процесс инсайта как преодоление тупика.

В работе М. Оллингера, Г. Джонса и Г. Кноблиха (Öllinger, Jones, Knoblich, 2006) сталкивались предсказания теории продвижения к цели и мониторинга прогресса и теории изменения репрезентации на примере решения усложненных задач со спичками. Авторы ввели дополнительное действие к решению, тем самым увеличив требуемое для решения перемещение спичек до двух для того, чтобы арифметическое выражение оказалось верным. Если второе действие полностью соответствовало тем типам задач, которые авторы использовали ранее, то первое действие могло приближать или удалять решателя относительно цели. М. Оллингер и коллеги (Öllinger et al., 2006) исходили из того, что решатели стремятся уравнивать две части уравнения в числовых значениях, поэтому в уравнении $VI = IV + VI$ (дистанция до цели или разница между частями уравнения равна четырем) первое действие, преобразующее IV в VI , увеличивает дистанцию до шести. Правильное решение тавтологического выражения $VI = VI = VI$ имеет дистанцию до цели, равную нулю. Теория продвижения к цели и мониторинга прогресса предсказывает усложнение решения задач, требующих увеличения дистанции, поскольку

это противоречит изначальной стратегии максимизации и уменьшения различий. Задание, в котором требуется совершить два действия, последовательно уменьшающих дистанцию до цели, с точки зрения данной теории, должно быть проще, чем задания, требующие увеличить дистанцию. С точки зрения теории изменения репрезентации, сложность задачи, в первую очередь, должна определяться необходимостью смены репрезентации в решении, то есть нахождение тавтологического решения должно быть сложнее, чем изменение значений в уравнении. Результаты показали, что сложность задачи варьируется в зависимости от того, требуется ли изменение репрезентации. Сложность не была связана с увеличением или уменьшением дистанции в результате первого действия в решении. Таким образом, было показано, что эвристики и критерий максимизации приближения к цели не играют такой важной роли в решении, по сравнению с необходимостью изменять репрезентацию. Важно также отметить, что двухходовые задачи оказались значительно сложнее одноходовых задач со спичками, что говорит о том, что размер задачного пространства тоже определяет сложность задачи.

На материале задачи «9 точек», Т. Кершоу и С. Олссон (Kershaw, Ohlsson, 2004) показали, что споры по поводу механизмов преодоления трудности в решении задачи связаны с тем, что для её решения требуется преодолеть несколько источников трудности. Несмотря на то, что обычно гештальтские перцептивные объяснения трудности этой задачи сводятся к необходимости выхода за пределы квадрата, Р. Вейсберг и Дж. Альба (Weisberg, Alba, 1981a) показали, что прямые вербальные подсказки о необходимости выхода за пределы квадрата не вызывают значимого улучшения решения этой задачи. Вслед за ними, теория продвижения к цели и мониторинга прогресса предполагает, что основной трудностью в решении этой задачи является приложение соответствующих эвристик. Сопоставив противоречивые данные, Т. Кершоу и С. Олссон приходят к выводу, что задача «9 точек» строится на основе четырех источников сложности. Во-первых, все же необ-

ходимо преодолеть тенденцию изображать линии внутри воображаемых рамок. Во-вторых, необходимо нарисовать достаточно необычную форму решения. В-третьих, размер задачного пространства достаточно велик, поскольку требуется сделать четыре последовательных действия, а выход за пределы границ еще больше увеличивает задачное пространство. В-четвертых, экспериментальные данные показали, что испытуемым трудно изменить траекторию рисования линий вне точек, то есть совершить поворот вне точек. Поскольку одновременно требуется для этой задачи задействовать несколько разных когнитивных процессов, то помощь только одному из них в форме подсказки может быть неэффективной.

Ряд исследований, проведенных в последние годы с помощью методов анализа мозговой активности, обеспечили косвенную поддержку теории изменения репрезентации. Так, Ц. Луо и К. Ники (Luo, Niki, 2003) анализировали зоны мозга, активирующиеся в ходе решения инсайтных задач, с помощью методов фМРТ. В качестве задания испытуемые решали традиционные японские загадки, например, «Что может двигать тяжелые бревна, но не может сдвинуть маленький гвоздь?» Ответ: река. Испытуемым сообщали верный ответ и просили оценить, насколько ответ вызвал удивление. Загадки, которые более высоко оценивались по степени удивления, рассматривались авторами как инсайтные, а менее удивительные как неинсайтные. Было показано, что при решении инсайтных загадок уровень оксигенации был выше в правой гиппокампальной системе, что может быть связано с изменением режима извлечения информации из долговременной памяти. Гораздо более сильным нейropsychологическим аргументом в пользу теории изменения репрезентации стало исследование Ц. Луо, К. Ники и Г. Кноблиха (Luo, Niki, Knoblich, 2006) на материале китайских иероглифов. В этом исследовании использовались китайские иероглифы, состоящие из элементов, обладающих семантическим значением (радикалов), которые в свою очередь состоят из штрихов, не имеющих самостоятельного значения. Соответственно, расщеп-

ление иероглифов на отдельные радикалы значительно проще, чем на штрихи, что моделирует процесс декомпозиции чанков. Наиболее важный результат, полученный в данном исследовании с помощью методов фМРТ, состоит в том, что в момент декомпозиции чанка в первичной визуальной коре наблюдается тенденция негативной активации, в то время как в высшей визуальной коре наблюдается тенденция повышения положительной активации. Тем самым наблюдается некоторое разъединение уровней визуальной переработки, благодаря чему блокируется входная информация и возможна декомпозиция. Эти данные показывают, что перцептивные процессы могут быть критически важны для изменения репрезентации, что идет в полном соответствии с гештальтистской позицией по вопросу механизмов решения задач.

М. Оллингер, Г. Джонс, А. Фабер и Г. Кноблих (Öllinger et al., 2013) использовали исследованную Дж. МакГрегором с коллегами задачу «8 монет», чтобы показать, что репрезентация и её изменение играют основную роль в трудности решения. Авторы хотели показать, что безотносительно того, доступны ли действия в рамках плоскости, удовлетворяющие критерию продвижения к цели, основные источники трудности в решении связаны с эффектами перцептивной группировки (сильные и слабые чанки) и самоналоженными ограничениями (поиск решения в плоскости). Для этого авторы разработали шесть новых версий задачи (Рисунок 5).

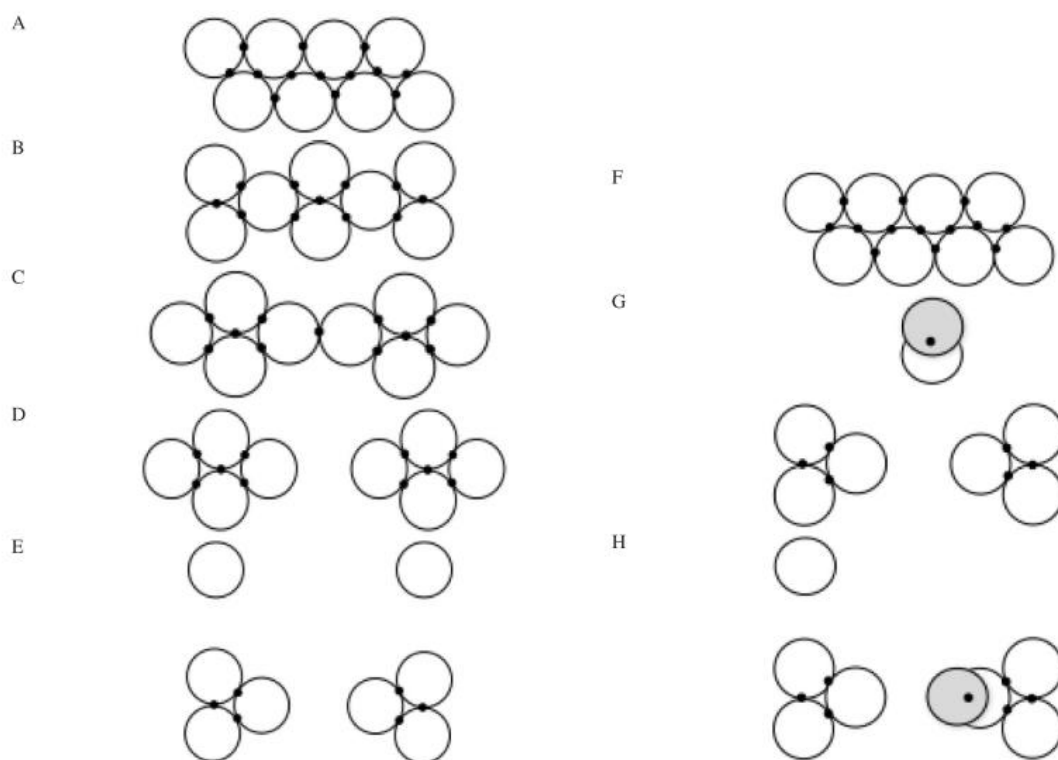


Рисунок 5. Модификации начального состояния в задаче «8 монет» (Öllinger et al., 2013)

Результаты показали, что трехмерные подсказки значительно повысили процент решенных задач, а также количество попыток положить монеты друг на друга. Монеты, образующие слабые чанки, с большей вероятностью использовались для манипулирования, чем монеты из сильных перцептивных группировок. Слабые чанки также увеличивали вероятность решений трехмерных задач. В целом, полученные результаты говорят в пользу теории изменения репрезентации, а данные о том, что трехмерная подсказка помогает в решении задачи, вообще противоречат данным Т. Ормерода и коллег (Ormerod et al., 2002). Авторы объясняют подобный результат различиями в подсказке: в работе Т. Ормерода и коллег верхняя монета накрывал собой нижнюю монету (образуя «стопку»), в то время как у М. Оллингера и коллег верхняя монета только частично перекрывала нижнюю. Таким образом, эта подсказка дает дополнительную информацию, что монеты могут только частично перекрывать друг друга (что и требуется в ответе), к тому же частично перекрывающиеся монеты имеют более сильный аффорданс для манипули-

рования ими. В качестве основного итога работы авторы говорят о том, что основным источником трудности задачи «8 монет» является самоналоженное ограничение на поиск решения в плоскости, а вторым, дополнительным источником трудности, является перцептивная группировка монет в первоначальном представлении задачи.

В работе М. Оллингера, Г. Джонса и Г. Кноблиха (Öllinger et al., 2014b) изучалось взаимодействие между ограничениями начального задачного пространства, вероятности изменения репрезентации и последующим ограничением расширенного задачного пространства. Авторы использовали три экспериментальных условия, в которых варьировались подсказки к решению классической задачи «9 точек». В первом условии, в соответствии с идеей К. Каплана и Г. Саймона (Kaplan, Simon, 1990), повышалась очевидность критического признака. В данном случае, использовалась подсказка маршрута движения по точкам. Во втором условии был добавлен специфический признак, который подсказывает точку схождения линий при рисовании правильного ответа, или вершину равнобедренного треугольника. В третьем условии напрямую проверялось предсказание Т. Кершоу и С. Олссона (Kershaw, Ohlsson, 2004) о трудности рисования поворотов вне точек, поэтому были дополнительно изображены другим цветом точки, в которых можно совершить поворот (Рисунок 6). Кроме того, данные точки обеспечивают смещение внимания за пределы конфигурации точек, как и в эксперименте Э. Грант и М. Спайви (Grant, Spivey, 2003). Вдобавок, изображенные дополнительные точки должны уменьшать размер нового открывающегося после выхода за пределы задачного пространства. Таким образом, авторы предполагали, что в каждом из перечисленных условий должна соответственно повышаться эффективность решения задачи.

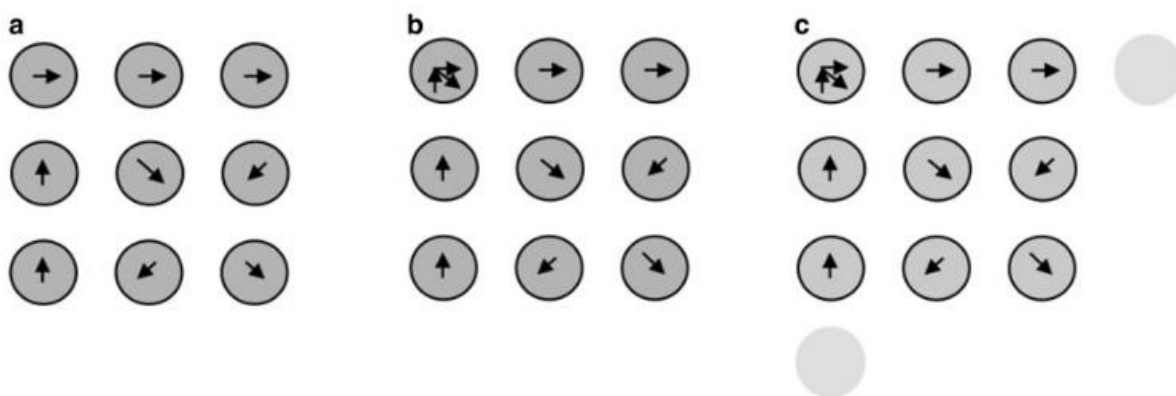


Рисунок 6. Способы предъявления задачи «9 точек» с различными подсказками (Öllinger et al., 2014b)

Результаты исследования показали, что для решения задачи «9 точек» требуется изменение репрезентации. Частота решений в группах составила 12% (контрольная группа, без подсказок), 26% (подсказка траектории решения), 44% (подсказка траектории движения с указанием точки схождения линий) и 82% (подсказка траектории движения с указанием точки схождения линий и указанием точек для поворотов линий за пределами квадрата) соответственно. Эксперимент добавил к предыдущим знаниям то, что решение может быть подсказано информацией о необходимом пути вместе с подсказкой о необходимости выйти за пределы воображаемых границ конфигурации точек. Результаты также показывают, что навигация по задачному пространству важна не только на этапе до изменения репрезентации, но и весьма важна на этапе после изменения репрезентации.

Ограничение задачного пространства на этапе до изменения репрезентации не оказало значимого влияния на решение задачи, хотя быстрее подводит решателей к пониманию необходимости смены репрезентации. Модель, которую предлагают авторы, утверждает, что после изменения репрезентации задачное пространство резко увеличивается, а перцептивная информация, предложенная в качестве подсказки точек для поворотов, создает необходимые условия для ограничения нового задачного пространства. В итоге, эта модель объединяет теории поиска (Kaplan, Simon, 1990; MacGregor et al.,

2001) и изменения репрезентации (Ohlsson, 1984b, 1984a, 1992, 2011) как различные повторяющиеся стадии решения задачи. Кроме того, эксперимент также подтверждает идею о множественных источниках трудности (Kershaw, Ohlsson, 2004), выявив, что основными источниками трудности в решении классической задачи «9 точек» являются размер задачного пространства (слишком ограниченное до инсайта и слишком широкое после инсайта), а также требуемое изменение репрезентации.

Та же идея взаимодействия последовательной смены фаз эвристического поиска и изменения репрезентации была проверена в еще одной работе М. Оллингера, Г. Джонса и Г. Кноблиха (Öllinger et al., 2014a). Для этого в явном виде была сформулирована гибридная модель решения инсайтных задач, описывающая четыре этапа решения. На первом этапе строится неверная начальная репрезентация задачи, которая порождает ограниченное задачное пространство, не включающее правильных путей решения. На втором этапе решатель заходит в тупик, с регулярностью не обнаруживая верных решений и не продвигаясь к цели в рамках данного задачного пространства. На третьем этапе для преодоления тупика требуется изменение репрезентации, в результате которого строится новое задачное пространство, с некоторой вероятностью включающее правильное решение. На четвертом этапе вновь требуется эвристический поиск в новом задачном пространстве, поскольку оно может быть достаточно велико. Для проверки предсказаний модели авторы использовали задачу «пять квадратов», которую предложил Дж. Катона (Katona, 1940). В задаче даны пять квадратов, выложенные из спичек, которые требуется преобразовать в четыре квадрата, переложив три спички (не оставляя лишних спичек и не убирая их). Особенностью этой задачи является то, что в начальной репрезентации задачное пространство достаточно велико – можно разными способами перекладывать три спички, сохраняя пространственное единство фигуры, но после изменения репрезентации, при понимании, что можно нарушать пространственную интегрированность фигуры, за-

дачное пространство оказывается еще больше, поскольку три спички можно переложить в принципе куда угодно.

Авторы использовали два типа подсказок:

1. Подсветка одной из центральных спичек для того, чтобы сократить поиск в изначальном задачном пространстве и подвести испытуемого к тупику. Эта подсказка должна срабатывать за счет того, что подсвечиваемые спички организуют несколько квадратов, а их перемещение будет разрушать единство изначальной фигуры.

2. Подсказка возможного конечного местоположения одной из спичек, по замыслу авторов, должна ограничивать задачное пространство, образуемое после изменения репрезентации. Эта подсказка также может провоцировать изменение репрезентации, поскольку предлагает нарушение перцептивной группировки.

В качестве независимой переменной экспериментаторы варьировали последовательность предъявления подсказок (1-2 или 2-1). Было использовано и третье условие, где испытуемым предлагалось решить обратную задачу, то есть преобразовать четыре квадрата в пять, переместив три спички. Если основная трудность решения задачи «пять квадратов» состоит в перцептивной группировке, для испытуемых, столкнувшихся в обратной задаче с изначально нарушенной группировкой, задача должна показаться тривиальной. Все результаты сравнивались с контрольной группой наивных испытуемых, которым не предъявлялась подсказка.

Результаты показали, что процент решенных задач в обоих экспериментальных условиях значимо выше, чем в контрольной группе, но только при условии предъявления обеих подсказок. Неважно, в какой последовательности предъявлялись подсказки, но важно то, что они были обе. Это означает, что подсказки несут в себе важные составляющие необходимой информации для решения задачи. Несмотря на то, что на основе полученных данных следует говорить об эквивалентности подсказок, авторы предпола-

ют, что вторая подсказка (подсказка конечного местоположения) может быть эффективнее. Обратная задача была с легкостью решена почти всеми испытуемыми в течение первых пяти минут, в то время как в условиях с прямой задачей процент решенных задач в течение первых пяти минут был около 20%, что говорит о важнейшей перцептивной составляющей в этой задаче.

Таким образом, основным источником трудности в задаче Дж. Катоны «пять квадратов» является перцептивная группировка в начальной репрезентации задачи, которая не позволяет рассматривать решения в виде нескольких фигур, разъединенных друг от друга. В то же время, авторы считают, что результаты показывают необходимость учета смены фаз в решении, а конкретно тот факт, что эвристический поиск важен на двух этапах решения: до и после инсайта.

Дальнейшее развитие гибридной модели, объединяющей в себе оба теоретических подхода к решению инсайтных задач, стала работа М. Оллингера и коллег (Öllinger, Fedor, Brodt, Szathmáry, 2017), в которой объектом для изучения стала многоходовая задача с десятью монетами. В задаче требуется расположить 10 монет таким образом, чтобы получилось пять рядов по четыре монеты в каждом. Каноническое решение представляет собой пятиконечную звезду. По сравнению со многими ранее рассматривавшимися задачами задачное пространство в этой задаче изначально бесконечно и перегружает рабочую память манипулированием сразу десятью элементами. Для того чтобы эффективно решить эту задачу, требуется наложить ограничения, которые бы позволили решателям понять, что необходимо оперировать пятью линиями, на которых расположены монеты. Парадоксальное отличие этой задачи от «9 точек» в том, что наложение ограничений не усложняет, а облегчает решение, за счет сокращения размеров задачного пространства. Авторы проверяли предположение, что трудность задачи определяется двумя источниками: во-первых решатели приступают к решению с предположением, что необходимо манипулировать отдельными монетами, в то вре-

мя как манипулирование линиями, на которых расположены монеты, значительно уменьшает сложность; во-вторых, решатели неверно предполагают, что отдельные линии не должны пересекаться, располагая монеты в ряды, в то время как ключом к решению является пересечение линий, на которых располагаются монеты. Еще одно предположение, которое может накладывать чрезмерные ограничения, состоит в том, что решатели исходят из равных промежутков между монетами, хотя оно не столь сильно влияет на решение, и оно не рассматривалось в данной работе. Кроме обозначенных ограничений еще один важный фактор состоит в том, что решателю необходимо рисовать линии таким образом, чтобы количество пересечений между ними было максимальным (то есть использовать критерий максимизации наряду с наложением и ослаблением ограничений). Следовательно, основное предположение, которое проверялось в данной работе, состоит в том, что при решении задач с 10 монетами необходимо сначала преодолеть накладываемые ограничения, а затем уже использовать критерий максимизации продвижения к цели. Давая подсказки об этих факторах, экспериментаторы должны добиться увеличения эффективности решения задач.

Авторы разделили испытуемых на четыре группы – одну контрольную (без подсказок) и три экспериментальные (с подсказками, которые давались через пять минут после начала решения). Первая экспериментальная группа получала подсказку, что необходимо манипулировать линиями, а не монетами, вторая группа получала дополнительную информацию, что линии должны пересекаться, а третья экспериментальная группа – что должно быть четыре пересечения с каждой линией. Как и в предыдущих работах, ожидалось, что каждая из перечисленных подсказок будет эффективнее предыдущих. Результаты показали, что практически все испытуемые в первые пять минут до подсказки продолжали манипулировать отдельными монетами, в то время как после подсказок значимо выросло количество попыток рисования линий и их пересечений. В группе без подсказок до самого конца оставалась

треть испытуемых, продолжавших манипулировать отдельными монетами. Под влиянием подсказок значительно выросло количество вариаций решения и использование максимизации. Однако резкий подъем эффективности наблюдался только в группе с подсказкой максимизации (72%), в то время как в контрольной группе задачу за отведенное время решили 10%, в группе с подсказкой о линиях – 7% и в группе с подсказкой о пересечениях – 21%. Таким образом, в этой задаче также есть несколько источников трудности, и эффективность решения задачи повышается, если происходит ослабление сразу нескольких ограничений, что и порождает особые свойства в решении задачи «10 монет».

На текущий момент кажется, что смена эвристической и инсайтной фаз вполне доказана. При этом до конца не ясна природа того, почему происходит инсайт или смена репрезентации. Одна из возможных идей состоит в том, что изменение репрезентации является результатом накопления систематических ошибок и может быть смоделировано с помощью эволюционного моделирования. В работе А. Федор и коллег (Fedor et al., 2017) описана попытка создать компьютерную модель решения инсайтной задачи «четыре дерева» на основе эволюционной динамики. Авторы использовали разработанную ими модель дарвиновской нейродинамики для моделирования процессов, необходимых для изменения репрезентации. Модель основана на эволюции шаблонов, представляющих собой варианты решения задачи, которые хранятся и воспроизводятся множеством аттракторных сетей. Такая модель может рассматриваться в некоторой степени как нейронная модель решения задач. Шаблоны можно рассматривать как гипотезы, активированные в ходе решения, храниться они могут в долговременной памяти и репрезентироваться как матрицы весов аттракторных сетей или активация сетей в рабочей памяти. Шаблон с наибольшими весами является основным выбранным решением. Попытки решения на бумаге или в виде вербальных гипотез являются

отражением только небольшой части самых активированных вариантов решения, ставших осознанными.

Развиваемая когнитивная архитектура дарвиновской нейродинамики основана на гипотезе двух процессов – поиска и эволюции. Хранящиеся в памяти шаблоны активируются и выбираются в качестве решения в зависимости от того, насколько они соответствуют цели. Поиск готовых активированных шаблонов является вычислительно менее затратным режимом, если модель исследует только ранее выученные шаблоны решений. Если модель сталкивается с новым заданием, режим выбора может не дать результата. В этом случае модель переходит в эволюционный режим, в котором варианты решения начинают распределяться по новым аттракторным сетям через межсетевое обучение, и появляются новые варианты решения благодаря мутациям. Вероятность переключения между режимами поиска и эволюции повышается со временем, но снижается с числом повторений вариантов решения из-за самоиндуцирующейся установки.

В работе проверялась возможность когнитивной архитектуры на основе дарвиновской нейродинамики смоделировать результаты, полученные в работе Т. Кершоу и коллег (Kershaw, Flynn, Gordon, 2013) на материале задачи «четыре дерева». Задача состоит в том, что необходимо посадить четыре дерева таким образом, чтобы расстояния между всеми деревьями были одинаковыми. Задача относится к классу плоскостных задач, в которых испытуемые продолжают искать решения на плоскости, в то время как верным решением задачи является тетраэдр, то есть необходимо посадить деревья так, чтобы одно из них находилось на возвышении в центре. По мнению Т. Кершоу и коллег (Kershaw et al., 2013), основные трудности в решении состоят в том, что, с одной стороны, играет роль перцептивное смещение конструировать плоскостное задачное пространство, а с другой стороны, испытуемые имеют неверные геометрические представления, например, считая, что диагонали квадрата равны по длине его сторонам. В своих экспериментах они

пытались ослабить ограничения знаний с помощью прямых инструкций и перцептивные ограничения с помощью тренировки аналогичным задачам. Прямые инструкции заключались в описании свойств квадратов, равносторонних треугольников и тетраэдров. В ходе серии обучения аналогичным задачам испытуемые решали три изоморфные «четырем деревьям» задачи, в которых требовалось расставить четыре предмета на одинаковом расстоянии в форме тетраэдра. В эксперименте 1 тренировочные задания только предъявлялись испытуемым без обратной связи от экспериментатора, в эксперименте 2 первые две задачи были предъявлены вместе с их решениями, затем дано задание сравнить эти задачи, и на решение третьей задачи давалась обратная связь. Кроме того, после инструкции к задаче с четырьмя деревьями половине испытуемых давался прайминг в виде изображения деревьев на горах, с целью праймировать испытуемых думать в трех измерениях и избежать влияния прошлого опыта на расположение деревьев в горизонтальной плоскости. В итоге сравнивались проценты решений в группах с прямыми инструкциями, аналогической тренировкой, с обеими подсказками и без подсказки (контрольная группа). В первом эксперименте было выявлено, что прямые инструкции и комбинированные подсказки эффективнее, чем аналогии и условие без подсказок. Во втором эксперименте было выявлено, что испытуемые в группе с аналогиями с обратной связью и в группе с комбинированной подсказкой были более эффективны по сравнению с контрольной группой, а испытуемые, получившие прайминг, более вероятно решали задачу, чем те, кто не получал изображение с деревьями в горах.

В своем первом эксперименте А. Федор и коллеги (Fedor et al., 2017) пытались воспроизвести на модели результаты сравнения контрольной группы и группы с комбинированными подсказками. Во втором эксперименте сравнивались эффекты двумерной и трехмерной тренировки, с одной стороны, и двумерного и трехмерного прайминга, с другой. В третьем эксперименте авторы пытались смоделировать влияние когнитивных способностей

на решение задач, в частности рабочей памяти. Сравнивалась контрольная группа с тремя экспериментальными группами, моделировавшими различные когнитивные дефициты (низкая рабочая память, медленная обучаемость и промежуточные нейроны с низкой эффективностью). Результаты моделирования в первом эксперименте показали сходные показатели эффективности решения, что и в исследовании Т. Кершоу и коллег (Kershaw et al., 2013), где испытуемые в комбинированной группе, праймированные изображениями тетраэдров и предварительно тренированные справились с заданием лучше, чем контрольная группа. Во втором эксперименте трехмерная тренировка и прайминг были ожидаемо менее эффективны, поскольку прайминг задавал только трехмерные изображения, а не тетраэдры, однако они так же оказали положительное влияние на эффективность решения. Однако, неожиданно, условие с комбинированной тренировкой вместе с трехмерным праймингом было менее эффективно, чем условие с двухмерной предварительной тренировкой и трехмерным праймингом, что требует отдельной проверки на испытуемых. Третий эксперимент, как и ожидалось, продемонстрировал негативный эффект вычислительных способностей и способностей к обучению на эффективность решения. Таким образом, когнитивная архитектура на основе дарвиновской нейродинамики может быть использована для моделирования решения инсайтных задач и требует дальнейших исследований.

Выводы по главе

3.1. Одновременно развитием идей и альтернативой теории задачного пространства является теория изменения репрезентации, которая призвана ввести идеи гештальтпсихологии в когнитивную психологию. В рамках теории изменения репрезентации предложена новая концептуализация инсайта как преодоление тупика благодаря переструктурированию репрезентации, то есть благодаря процессам в восприятии задачи и воспроизведения в памяти. Инсайт необходимо рассматривать не как момент в решении, а как последо-

вательность тупик-инсайт. Быстрый доступ к результату конструирования и вычислений обеспечивается за счет горизонта планирования, который позволяет «увидеть» путь к решению целиком, что и обеспечивает иллюзию мгновенности решения. Ранняя версия теории изменения репрезентации постулирует существование трех процессов, направленных на изменение репрезентации: разработка, перекодирование и ослабление ограничений.

3.2. Изменение репрезентации, которое обеспечивает выход из тупика, происходит благодаря низкоуровневым влияниям в процессах восприятия и памяти. Необоснованные тупики в решении задач являются следствием того, что восприятие и понимание условий являются интерпретационными процессами. Интерпретации сами ограничены прошлым опытом и накладывают ограничения на элементы репрезентации, запуская их понимание не в нужном направлении. Настойчивые, но неэффективные действия ведут к получению негативной обратной связи, которая может оказывать нисходящее подавляющее влияние на нижележащие уровни репрезентации по вертикальным связям. Негативная обратная связь может привести к переоценке силы связей (перераспределению активации) между узлами семантической сети, а затем восходящие влияния могут произвести изменения в рабочей памяти в виде актуализации новых элементов или новой интерпретации. Таким образом, различия между рутинным решением и инсайтом не связаны с разными когнитивными процессами, а зависят только от уровней активации в репрезентации задачи, в порогах активации и обратной связи, а также других подобных факторов.

3.3. Теория изменения репрезентации, особенно в её более ранних версиях, получила значительную экспериментальную поддержку на материале ряда инсайтных задач, в которых было показано, что перцептивные факторы играют значительную роль в создании трудности для решения инсайтных задач и для разрешения затруднений в их решении. Данные были получены как на бланковом материале в виде процентов решенных задач при варьировании

способов предъявления задач, так и методами регистрации движения глаз и активности мозга. Однако данные говорят скорее в пользу обеих конкурирующих моделей одновременно, поэтому на основе теории мониторинга продвижения к цели и теории изменения репрезентации была разработана гибридная модель, которая включает в себя элементы эвристического поиска, механизмы и процессы смены репрезентации как чередующиеся фазы в решении задачи.

ГЛАВА IV. МЫСЛИТЕЛЬНЫЕ СХЕМЫ КАК ОБЪЯСНИТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ

4.1. Критический анализ теорий инсайта

Теоретический анализ, проведенный в предыдущих главах этой работы, выявил, что основным вопросом, на который должна отвечать теория творческого мышления, или теория инсайта, является вопрос о том, как происходит изменение репрезентации в решении задачи при преодолении тупика. При этом под инсайтом, а точнее под инсайтным решением, мы подразумеваем такое решение, при котором происходит смена изначальной репрезентации задачи, в рамках которой невозможно или затруднено нахождение решения (т.е. репрезентация нерелевантна). Среди множества подходов и исследований мы выделили две теории, в которых в явном виде дается ответ на поставленный вопрос о механизмах смены репрезентации. В теории задачного пространства основным способом смены репрезентации является высокоуровневый поиск нового задачного пространства с помощью метаэвристик. В теории изменения репрезентации – низкоуровневая смена репрезентации, в том числе на основе перераспределения активации. Существуют экспериментальные доказательства в подтверждение как той, так и другой теории. Однако две до некоторой степени противоречащие теории не могут быть одновременно верны. В теории задачного пространства отрицается влияние низкоуровневых процессов построения и изменения репрезентации. В теории изменения репрезентации игнорируется возможность высокоуровневых механизмов поиска новой репрезентации.

К обеим обозначенным теориям можно сформулировать ряд вопросов, на которые теории дают не вполне удовлетворительные ответы или вовсе не дают ответа. Теория задачного пространства и её развитие в теории мониторинга прогресса не дают однозначного ответа о том, как хранится или как представлено задачное пространство всех возможных пространств решения.

В описании авторов такое пространство потенциально бесконечно и не может храниться в виде опыта. Вероятно, в знании человека кроме способов поиска решения в задачном пространстве должны храниться и способы конструирования репрезентации, а также элементы, из которых происходит конструирование. Однако теория задачного пространства и её последующие версии не дают описания процесса конструирования и реконструирования репрезентации. Более того, теория критерия продвижения к цели подчеркнуто игнорирует влияние гештальт-принципов перцептивной группировки на преодоление тупика (Chronicle et al., 2001; MacGregor et al., 2001; Ormerod et al., 2002), что делает её уязвимой для критики (Öllinger et al., 2013). В более поздней версии дается уже менее жесткая позиция (Chronicle et al., 2004). Кроме того, игнорирование гештальт-принципов наблюдается и в вопросах объяснения легкости тех или иных решений. Хочется подчеркнуть, что в эксперименте 4 (MacGregor et al., 2001) Дж. МакГрегор и коллеги получили результат, показывающий, что подсказки возможного первого хода 2 и 3 (рисунок 7) в решении задачи «9 точек» срабатывает лучше других подсказок. Авторы интерпретируют этот результат как быстрый провал критерия, однако, его можно интерпретировать и по-другому. Можно обратить внимание, что после первой диагональной линии конфигурация, которую нужно дорисовать решателю, представляет собой равнобедренный прямоугольный треугольник, в то время как конфигурации, требуемые в других случаях, труднее поддаются упорядочиванию.

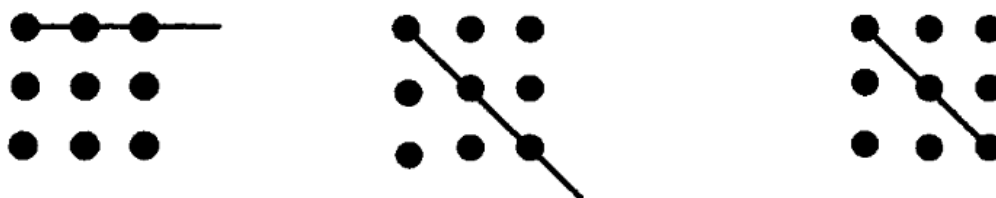


Рисунок 7. Подсказки первого правильного хода в решении задач «9 точек», эксперимент 4 (MacGregor et al., 2001)

Теория изменения репрезентации претендует на возвращение гештальт-принципов в психологию, и приводит многочисленные доказательства участия низкоуровневых процессов в конструировании и изменении репрезентации. Изменение репрезентации описывается как спонтанный имплицитный, неконтролируемый процесс. Это положение вызывает следующие вопросы: 1. Почему репрезентация задачи устойчива в течение всего решения, почему мысли обычно не блуждают все время в течение решения? 2. Как осуществляется осмысленный целенаправленный поиск? Очевидно, что по ходу решения репрезентация каким-то образом сдерживается. Считается, что репрезентация удерживается целью, которая и обеспечивает целенаправленный поиск. Однако механизм, благодаря которому цель оказывает такое влияние, остается не вполне понятен. В теории изменения репрезентации неоднократно подчеркивается, что смена репрезентации требует усилий, но в таком случае, неясно как теория стыкуется с данными о положительном влиянии ослабления контроля на преодоление тупика (Baird et al., 2012; Jarosz, Colflesh, Wiley, 2012; Reverberi et al., 2005)? Зачем нужно ослабление контроля, блуждание мысли и т.п. С. Олссон предсказывает положительное влияние настойчивости, однако данные скорее говорят о негативном влиянии настойчивости на креативность (De Dreu, Baas, Nijstad, 2008; Glucksberg, 1962; Морозова, Коровкин, 2018). В теории изменения репрезентации в целом, также недооценивается роль осознания конфликта, понимания того, почему не решается задача, что было центральным вопросом в теории К. Дункера.

В итоге, в обеих теориях необходимость смены репрезентации задается исчерпыванием возможности действовать, без понимания того, почему не решается задача. Таким образом, попытка С. Олссона привнести принципы гештальт-психологии в теорию задачного пространства ограничивается констатацией важности перцептивных низкоуровневых процессов без упоминания таких ключевых для гештальт-психологии мышления идей как использо-

вание в мышлении целостных структур и проникновение в суть задачи через улавливание её глубинной структуры. Таким образом, теория изменения репрезентации является удивительной формой гештальтпсихологии без гештальта.

Кроме того, есть ряд вопросов, которые можно в равной степени адресовать обеим конкурирующим теориям. Во-первых, *почему при отказе от старого решения появляется новое решение?* Вопрос состоит в том, что отказ от репрезентации сам по себе не объясняет, почему из всех возможных альтернатив подберется какая-то адекватная замена. В теории изменения репрезентации этому фактически не дается объяснения, а говорится лишь только, что всегда существуют альтернативные интерпретации. Однако вероятностный выбор не вполне объясняет гибкость в выборе альтернативных решений. Другими словами, не ясно, как и чем ограничивается бесконечное число возможных новых репрезентаций. Во-вторых, *почему не происходит комбинаторного взрыва при открытии нового задачного пространства?* Ослабление какого-либо ограничения открывает теоретически бесконечное количество новых возможностей. Открытие возможности рисовать линии за пределами квадрата в задаче «9 точек» допускает рисование множества линий, большинство из которых все равно не рассматриваются как допустимые. То есть не наблюдается полного ослабления ограничений в результате отказа от старой репрезентации, старая репрезентация остается достаточно устойчивой и происходит лишь её уточнение, обогащение и изменение. Спор о выборе альтернативных репрезентаций, как нам кажется, схож с дискуссией о порождении речевых высказываний между вероятностной моделью Дж. Миллера и генеративистской моделью Н. Хомского (Хомский, Миллер, 2003). Наша позиция состоит в том, что должны существовать некоторые структуры, которые могли бы сдерживать случайные флуктуации и обеспечивать адекватность подбора репрезентации цели (Коровкин, 2011; Морозова, Коровкин, 2017).

Обе теории обладают серьезными аргументами как в пользу высокоуровневых, так и в пользу низкоуровневых процессов изменения репрезентации. Поэтому центральным вопросом для данной работы является вопрос о том, *как происходит взаимодействие высокоуровневых и низкоуровневых механизмов инсайта?* Позиции, на которых стоят теория задачного пространства и теория изменения репрезентации, принято рассматривать как радикально противоположные в виде специфического и неспецифического подходов. Поэтому, как нам кажется, требуется теория, примиряющая две эти радикальные позиции.

4.2. Схемы в решении задач

Для того чтобы ответить на поставленные вопросы, необходимо заметить, что обсуждаемые теории выносят за скобки вопросы о формировании репрезентации, её приобретении. Обе точки зрения в достаточной степени рассматривают знания о задаче, элементах задачи, операторах и стратегиях как уже существующих и хранящихся в готовом виде в долговременной или рабочей памяти. Разумеется, такой подход обоснован, когда мы говорим о типичной задаче, для которой в знании решателя есть все необходимые элементы. Однако, говоря, например, о серии задач решатель может конструировать новые операторы, открывать для себя новые возможные действия, как например учащиеся младших классов открывают для себя возможности короткого пути решения арифметической задачи « $3 + 5 - 3 = ?$ » (Siegler, 2000; Siegler, Stern, 1998). Рассмотрение теорий задачного пространства и изменения репрезентации в более широком контексте приобретения и формирования репрезентации обнаруживает эвристические возможности конструктивистского подхода.

Конструктивизм имеет высокий потенциал в построении когнитивных теорий и может рассматриваться если не как альтернатива, то как значительное обогащение радикальных когнитивистских построений (Фаликман,

2016). Этот подход основан на идее, что психические репрезентации не являются простыми следами реальности, а, в том числе, – результатом конструирования содержания. Одним из ключевых понятий конструктивизма является понятие *схемы*. Понятие схемы было впервые введено для описания некоторого стандарта позы тела, относительно которого интерпретируются новые стимулы и изменения положения тела (Head, Holmes, 1911). Эту метафору для описания процессов запоминания использовал Ф. Бартлетт (Bartlett, 1932; Brewer, 2000), который продемонстрировал, что при запоминании сложных и необычных текстов информация трансформируется под определенные, имеющиеся в опыте человека «схемы». Информация может быть преобразована под схему как на этапе запоминания в результате интерпретации, так и на этапе припоминания в результате реконструкции. Схема представляет собой довольно общее представление о событиях, а также объектах и их свойствах. Если какие-либо детали оказываются незначимыми с точки зрения схемы, то они будут с высокой вероятностью проигнорированы, даже если они важны с точки зрения замысла текста. Противоречие между воспринимаемой информацией и имеющейся схемой будет скорее приводить к сглаживанию противоречий путем подгонки интерпретации под схему. Припоминание, с точки зрения Ф. Бартлетта, представляет собой реконструкцию события или объекта на основе схемы как достаточно абстрактного представления с постепенным наполнением её чувственными образами.

Ж. Пиаже (2003) использовал термин «схема» для демонстрации того, как формируются устойчивые системы умственных правил, которые, в конечном счете, определяют тот набор действий, что использует человек. Схемы, по Ж. Пиаже, сами являются результатом конструирования, построения, с одной стороны, и результатом созревания, с другой. Ж. Пиаже описывает, как формируются и трансформируются схемы. Это происходит в результате гибкой настройки за счет механизмов ассимиляции и аккомодации, то есть за счет включения новых объектов в имеющиеся схемы или за счет изменения

схем. Схемы позволяют развивающемуся ребенку познавать окружающий мир как систему отношений между объектами, узнавать правила взаимодействия с ними в компактном виде абстрактной структуры, которую можно применять к различным объектам и ситуациям.

У. Найссер (1981) применил понятие схемы для описания процесса восприятия. В этой модели восприятие является циклическим процессом опознания объекта, который направляется схемой (некоторым ожиданием), но при этом сама перцептивная схема уточняется в результате акта восприятия. Таким образом, схема как в восприятии, так и в мышлении, и в памяти, является достаточно абстрактной формой опыта, которая определяет набор ожиданий относительно среды и результата действий.

В когнитивной психологии, занимающейся моделированием психических процессов посредством различных когнитивных архитектур, понятие схемы также оказалось весьма эвристично. Д. Румельхарт и Э. Ортони (Rumelhart, Ortony, 1977) использовали понятие схемы, для того чтобы объяснить приблизительность знания. Они предположили, что знание хранится в достаточно абстрактной форме, которая одновременно может использовать и пропозициональный, и перцептивный код. Так, для отдельных понятий должен храниться целый список вероятных атрибутов, некоторые из которых можно выразить только вербально, а какие-то свойства будут иметь чувственное перцептивное содержание. В схеме понятия «дом» можно выделить его суть в качестве помещения; части в виде комнат; материал, из которого он сделан; функцию быть жилищем для человека и типичную форму (куб или параллелепипед). Абстрактность схемы состоит в том, что такой набор атрибутов кодирует всех представителей понятия. Схема дома описывает все дома, несмотря на то что бывают исключения и какие-то отдельные дома не могут быть описаны тем набором свойств, который используется в схеме, например, дом, непригодный для жилья, или круглый дом. Таким образом, схема представляет собой набор некоторых ожиданий относительно объекта

и его свойств. В исследовании У. Брюера и Дж. Трейенса (Brewer, Treynens, 1981) было показано, что при запоминании того, что находится в офисе, испытуемые склонны игнорировать то, что обычно в офисе не встречается (например, череп или доска объявлений), но при этом называют типичные для офиса атрибуты (например, книги), которых на самом деле не было. Тем самым, схема с набором типичных свойств и атрибутов, с одной стороны, накладывает ограничения на восприятие и внимание, но с другой стороны, помогает при реконструировании воспоминаний.

Разновидностями схем можно считать фреймы (Minsky, 1975) и скрипты (Schank, Abelson, 1977). Фрейм представляет собой некоторый прототип, шаблон, хранящийся в памяти, опираясь на который при восприятии нескольких признаков можно достроить полную картину. Фрейм является схемой, хранящей категориальную информацию, то есть является декларативным. М. Минский (Minsky, 1975) приводит пример, что если нечто мы идентифицируем как комнату, например, по наличию входной двери, то мы начинаем подразумевать и наличие окон, и других необходимых атрибутов комнаты. При этом фрейм не сводим к логическим понятиям и категориям, в которых знание классифицируется на основе существенного признака, не всегда можно однозначно говорить об истинности или ложности утверждений относительно фреймов. Фреймы в большей степени соответствуют нашему естественному языку, чем представлениям о хранении знаний в логическом пропозициональном виде.

Скрипт или сценарий можно рассматривать как процедурную схему, развернутую во времени, то есть общее представление о последовательности событий (Schank, Abelson, 1977). Р. Шенк и Р. Абельсон пытались продемонстрировать, что происходящие события хранятся в виде определенной типичной последовательности действий. Как и в случае с декларативными схемами, испытуемые скорее игнорируют информацию, выбивающуюся из ти-

пичного сценария, а также воспроизводят информацию, соответствующую сценарию, но не упоминавшуюся в действительности.

Несмотря на довольно разрозненные и размытые описания схем, можно попытаться выделить их общие характеристики. На основе обзора различных теорий схем В. Гош и А. Гилбоа (Ghosh, Gilboa, 2014) выделили необходимые и дополнительные свойства схем. К необходимым свойствам схем авторы отнесли ассоциативную структуру сети, основание на нескольких эпизодах, низкая детализация и адаптивность. По мнению большинства авторов, всякая схема состоит из единиц и соединяющей их ассоциативной сети. В качестве таких единиц могут выступать элементы, события, переменные, узлы схем, свойства и т.д. Связи между единицами создают целостность схемы, при этом взаимосвязи могут оказаться более важными частями схем, чем единицы. Схемы строятся на нескольких эпизодах и отражают общность повторяющихся событий. Благодаря этой обобщенности схемы позволяют управлять поведением во вновь возникающих ситуациях. Обобщенность схем влечет за собой отсутствие деталей, которые стираются в пользу единства схематической репрезентации. Схемы позволяют гибко адаптироваться к актуальным ситуациям, позволяя включать в себя новую информацию.

К дополнительным свойствам схем, которые могут быть характерны не для всех разновидностей схем и не являются универсальными, авторы относят наличие хронологических отношений, иерархическую организацию, наличие перекрестных связей и встроенные характеристики ответа. Часть схем, которые основаны на событиях, могут быть весьма чувствительны к последовательности событий, которая позволяет предсказывать развитие событий. В ряде теорий предполагается иерархическая организация схем, где внутри схем есть подсхемы. Иерархичность позволяет создавать внутри схемы восходящую и нисходящую активацию. Нисходящая активация («управляемая концептом») говорит о том, что схема активирует подсхемы; восходящая активация («управляемая данными») происходит, когда подсхемы ак-

тивируют различные схемы, в которые они вложены. Свойство перекрестных связей указывает на возможность схем взаимодействовать и влиять друг на друга не только в рамках иерархии, но и между отдельно хранящимися схемами. Данное свойство также ведет к следствию о том, что если схемы взаимодействуют, то они могут вступать друг с другом в конфликт. Ряд схем может содержать в себе встроенные характеристики поведенческого ответа. Тем самым схемы могут выступать не только структурами знания, но и обеспечивать связь знания и поведения.

Кроме схем отдельных объектов или действий следует выделять репрезентации целостных ситуаций. Такие репрезентации зависимы от обстоятельств и контекста. По Ф. Брессону (Bresson, 1987), они образуются в определенном контексте ситуации в зависимости от актуальных целей: готовность понять условия задачи, вычленить суть проблемы, понять основной посыл текста и т.д. Образование репрезентаций определяется самой задачей и особенностями решения, которое необходимо в итоге найти. Репрезентации отражают совокупность свойств текущей ситуации или задачи, соответственно, являются конкретными, детализированными и непрочными. Репрезентации могут изменяться в случае, если изменяется структура ситуации или отношение к определенным ее элементам, например, то, что было раньше неважно, стало актуальным. Репрезентации не имеют долговременной устойчивой структуры, то есть после того, как в результате успешного решения задачи, отпала необходимость в определенной репрезентации, она заменяется на другую, актуальную для новой ситуации.

Построение репрезентации ситуации, особенно в ситуации решения задач должно сопровождаться *пониманием* (Морозов, Коровкин, 2017). Ж.Ф. Ришар (Ришар, 1998) предлагает четыре равных в своей степени определения понимания. *Конструирование репрезентации через детализацию схемы* заключается в актуализации в памяти определенной, уже имеющейся схемы и замене переменных в схеме на информацию, отражающую текущую

ситуацию. Знания и прошлый опыт направляют этот процесс, в результате чего возникает детализированная схема. *Конструирование концептуальной структуры* связано с процессом создания умозаключений и направляется информацией, полученной из текста, и порядком ее повествования. В результате образуется реляционная сеть, в которой возникшие между концептами связи идут или от частного к общему (понимание рассказа), или от общего к частному (решение задачи). *Конструирование детализированной модели ситуации* состоит в создании такой модели ситуации, которая была бы воспроизведена максимально детальным образом, основываясь на информации, представленной в тексте. Этот процесс реализуется через выводы, направленные на детализацию, в результате чего создается образ ситуации. Отличием от реляционной сети является то, что ситуация представляется единым пространством, содержащим множество объектов, а не представленных последовательно друг за другом. *Конструирование репрезентации по аналогии с известной ситуацией* опирается на поиск информации в памяти, соответственно, направляется имеющимися знаниями и прошлым опытом. Понимание представляет собой установление связей между объектами текущей и уже известной ситуации.

Наиболее авторитетной и детально проработанной моделью построения репрезентации ситуации является теория понимания речи, разработанная В. Кинтчем и Т. ван Дейком (Kintsch, van Dijk, 1978), на основе которой была разработана первая модель понимания текста, модель конструирования-интеграции. Модель конструирования-интеграции отличалась от своих современников (Rumelhart, 1977; Schank, Abelson, 1977), моделей понимания на основе схем и фреймов, тем, что фокусировалась на процессе и механизмах, вовлеченных в понимание.

Первый этап модели – конструирование – относится к активации близкой информации к прочитанному в тексте. Конструирование представляется как этап слепой активации, поскольку активируется как релевантное, так

и нерелевантное знание в текущем речевом контексте. Второй этап – интеграция – относится к распределению активации по всей нейронной сети до момента стабилизации (момент, в котором значение активации для предложения перестает изменяться – увеличиваться или уменьшаться, обозначая окончание активации). Этот процесс объясняет большую активацию связанных между собой понятий и потерю активации у несвязанных (т.е. происходит компенсация слепой активации).

Модель конструирования-интеграции утверждает, что существует три уровня репрезентации текста (Kintsch, 1988; van Dijk, Kintsch, 1983): буквенный, уровень предложений и ситуационная модель. Представление об уровнях репрезентации у читателя хотя и является спорным, но считается самой главной идеей этой модели. Буквенный уровень относится непосредственно к словам в тексте и их синтаксическим связям. Каждое слово в тексте представляет собой узел, а связи между узлами представляют синтаксические взаимоотношения. Уровень предложений представлен утверждениями, каждое из которых представляет собой одну законченную мысль. Ситуационная модель включает все выводы, которые выходят за пределы понятий, перечисленных в тексте. Этот конструкт получил больше всего внимания исследователей среди трех уровней репрезентации в модели конструирования-интеграции (Johnson-Laird, 1983; van Dijk, Kintsch, 1983). Цель ситуационной модели состоит в установлении связей между утверждениями на уровне предложений и, таким образом, она проистекает из них. Ситуационная модель и уровень предложений в репрезентации представляют различные пространства в эпизодической памяти о тексте, а не являются двумя отдельными репрезентациями одного текста. Для формирования ситуационной модели в процессе чтения формируются специальные связки, которые обеспечивают согласованность репрезентации текста.

Также в модели присутствует концепция микро- и макроструктуры. Микроструктура может быть представлена относительно явно в тексте,

например, прописана в заголовке или названии темы. Макроструктура по большей части похожа на микроструктуру, при условии, что идеи, представлены в тексте последовательно, т.е. макроструктура как бы разворачивается из микроструктуры в иерархическую последовательность событий. Однако если этого не происходит, то читатель вынужден целенаправленно создавать такую иерархическую репрезентацию текста.

Теория В. Кинтча и Т. ван Дейка является одной из наиболее разработанных теорий, описывающих процесс послойного построения репрезентации. Несмотря на то, что теория изначально описывает понимание речевых высказываний, она может быть использована и в теории мышления, поскольку в большинстве случаев мыслительная задача также представляет собой текст, который необходимо понять и построить на его основе ситуационную модель задачи. Общие контуры теории, видимо, могут быть распространены и на построение репрезентации в любой модальности, чем пользуется С. Олссон (2011) в теории глубокого обучения.

Понятие схемы получило развитие также и в психологии мышления. Появившись из сферы восприятия своего тела, термин «схема» оказался востребован также и для исследований воплощенного (телесного) познания (Лакофф, Нуньес, 2012; Тверски, 2012). Как показывают авторы, мы пользуемся схематизацией в широком круге интеллектуальных задач: от понимания пространственных отношений до формирования математических абстракций. Так, в частности Дж. Лакофф и Р. Нуньес утверждают, что за любой самой абстрактной математической идеей стоит довольно простая воплощенная в теле и предметах метафора. За такими метафорами стоят схемы и составные схематические структуры: наглядные схемы, описывающие объекты и их отношения; аспектные схемы, описывающие протекание действия; концептуальные метафоры, представляющие собой понимание понятий и концептов через наглядные схемы; и понятийные сплавы, представляющие собой объединение нескольких концептов (Лакофф, Нуньес, 2012).

В значительной степени теория схем была использована в области исследований переноса (Reed, 2015). М. Гик и К. Холиоук (Gick, Holyoak, 1983) продемонстрировали, что создание схем может лежать в основе переноса решения с одной задачи на другую. Перенос осуществляется за счет нахождения адекватной аналогии, осуществляющейся за счет механизма картирования. Картирование подразумевает установление соответствий между признаками и элементами двух задач (аналогов). Установление первичного соответствия (например, на уровне внешних, поверхностных признаков) между аналогами может запустить поиск глубоких структурных соответствий. Установление соответствия между двумя задачами может быть совершено благодаря сравнению двух достаточно абстрактных макроструктур репрезентации в терминологии В. Кинтча и Т. ван Дейка (Kintsch, van Dijk, 1978). В такую макроструктуру должны быть включены представления об исходном и целевом состоянии, о ресурсах, необходимых для решения, ограничениях, накладываемых задачами, плане и стратегии решения (Gick, Holyoak, 1983). Однако даже на таком абстрактном уровне, установление соответствия является специальной задачей, поскольку содержание схем двух задач (например, задачи об X-лучах и изоморфной ей задаче про армию и заминированных дорогах) может отличаться по поверхностным признакам. На основе сравнения двух макроструктур и установления соответствия между ними формируется схема, которая формулируется в более абстрактном виде, подходящем и для одной, и для другой задачи. Таким образом, схема – это результат абстракции от нескольких задач, который хранится в долговременной памяти как отдельная единица. М. Гик и К. Холиоук (Gick, Holyoak, 1983) на примере двух экспериментов показали, что прямой перенос по аналогии с одной задачи на другую затруднен, в то время как перенос после решения двух изоморфных задач, в результате чего выработана схема, оказывается значительно эффективнее. Таким образом, использование схем может рассматриваться как основа для переноса решения с одной задачи на другую. Отсутствие успехов в выяв-

лении возможности переноса может быть связано с традицией изучения переноса только на двух последовательно предъявляемых задачах (Спиридонов, Логинов, 2017).

Творческое мышление можно рассматривать не только в контексте переноса решения с одной задачи на другую, но и в контексте некоторых неожиданных факторов, влияющих на успешность преодоления тупика. Так, в ряде работ было показано, что повышение эффективности решения инсайтных задач является следствием юмористической фасилитации (Korovkin, Nikiforova, 2015; Коровкин, Никифорова, 2014). Кроме того, что юмор имеет аффективную составляющую в виде положительного аффекта, юмор включает в себя и когнитивную составляющую в виде смещения фреймов (Коровкин, 2015; Gick, Lockhart, 1995). Влияние юмора может быть связано с тем, что в юморе, как и в инсайтных задачах, имеет место смещение схем (фреймов и сценариев).

4.3. Концепция построения и изменения репрезентации на основе мыслительных схем

Поскольку идея схем кажется весьма продуктивной в обсуждении вопроса о том, как устроена репрезентация, мы попытались применить теорию схем к разрешению теоретических проблем в вопросе о переструктурировании репрезентации. В данной работе в качестве решения данной проблемы предлагается *концепция построения и изменения репрезентации на основе мыслительных схем*.

Под схемой понимается когнитивная структура, позволяющая упростить репрезентацию таким образом, чтобы была возможность оперировать достаточно объемными частями репрезентации в рамках рабочей памяти. При этом все элементы репрезентации могут быть доступны для извлечения из долговременной рабочей памяти. Под долговременной рабочей памятью мы понимаем ту часть долговременной памяти, в которой хранится необхо-

димая для решения текущей задачи информация, готовая для извлечения в кратковременную рабочую память (Ericsson, Delaney, 1999; Ericsson, Kintsch, 1995). Поскольку рабочая память ограничена по своей вместимости, то можно предположить целесообразность удерживать в ней только некоторые ярлыки легко доступных в памяти заготовок. Схему удобно рассматривать как абстрактную конструкцию, хранящуюся в памяти и легко доступную для воспроизведения, которая позволяет в компактной форме хранить типичную информацию. Абстрактность схемы позволяет не запоминать огромное количество дополнительной, обычно нерелевантной информации, отбрасывая детали. В то же время она позволяет реконструировать полную картину в ситуации неполной информации. Таким образом, схема может занимать промежуточное положение между репрезентацией непосредственно воспринимаемой ситуации и абстрактным знанием, хранящимся в долговременной памяти.

Для анализа феноменов и механизмов изменения репрезентации при решении задач нам необходимо постулировать ряд общих свойств схем:

1. **Компактность.** Схемы формируются для обеспечения принципа экономии когнитивного ресурса. Ментальные схемы упорядочивают и укрупняют психические элементы (например, отдельные движения организуются в более общие действия, распределенные в пространстве перцептивные признаки (как цветовые пятна), организуются в единые объекты и т.д.). Таким образом, достигается упрощение и обобщение многообразия действий, ощущений, восприятий и т.д. для увеличения эффективности управления психическими процессами.
2. **Иерархичность.** Схемы хранятся в виде словарей с различной степенью обобщенности. Уровень обобщенности и детализации используемых схем задается поставленной целью. Иерархическая организация схем позволяет более эффективно управлять репрезентацией на уровне

целенаправленного поведения. Изменение схемы на любом из уровней в иерархии может привести к перестройке всей репрезентации.

3. **Устойчивость.** Схемы, в целом, устойчивы к случайным влияниям, что проявляется в том, что активированная на основе признаков-триггеров схема подавляет другие схемы. Переструктурирование схемы или программы через добавление новых признаков, элементов и т.п. создает большую неопределенность (репрезентация расширяется и обогащается, но выстроить емкую схему становится сложнее), поэтому схемы устойчивы к внешним влияниям. Однако нахождение более компактной схемы через обогащение репрезентации или изменение детализации схемы, ведущее к появлению новой более устойчивой схемы, феноменологически может проявляться как инсайт и сопровождаться ага-переживанием.
4. **Целесообразность.** Структура, состав, содержание схемы определяется целью, для которой она существует. Закрепление схемы может происходить в результате успеха, достижения цели. Реорганизация схемы невыгодна с точки зрения экономии когнитивного ресурса. Схема, направленная на достижение конкретной цели, соответствует критерию оптимальной сложности – в состав схемы должно входить наименьшее возможное количество элементов, необходимых для успеха. Под целью, которая определяет структуру схемы, понимается образ ожидаемого результата.
5. **Доступность высокоуровневой переработке.** Целостная структура схем позволяет использовать достаточно компактные способы кодирования и удерживания в рабочей памяти, что делает схемы доступными осознанию и высокоуровневой переработке. Благодаря такой высокоуровневой кодировке сложные схемы могут быть произвольно извлечены из словаря имеющихся схематических репрезентаций. Доступ-

ность высокоуровневой переработке открывает возможности для произвольной актуализации процедурных и декларативных репрезентаций.

Под *мыслительной схемой* мы понимаем такие схемы, которые определяются условиями мыслительной задачи. Мыслительные схемы доступны сознательному оперированию. Так, например, задача «9 точек» определяет оперирование схемами «линий, соединяющих точки» и схемой перцептивной группировки; задача про «боксера»⁸ определяет оперирование схемами боксера-спортсмена и т.д.

Непосредственно *в процессе решения задач*, по нашему мнению, *схемы выполняют следующие функции*:

- Схемы составляют основу репрезентации задачи, то есть определяют то, что является элементами, операторами и целевым и текущим состоянием задачи. Репрезентация является основой для построения задачного пространства.
- Схема удерживает репрезентацию задачи и текущее состояние от забывания и случайных влияний. Всякая схема сопротивляется посторонним влияниям, создающим двойные интерпретации. Как правило, двойные смыслы нарушают течение процесса решения задачи.
- Благодаря компактности схем, значительные части решения задачи могут быть помещены и оценены в рамках рабочей памяти. Это позволяет оценивать продвижение в решении задачи и является основой горизонта планирования (*mental lookahead*).

Для анализа решения задач с точки зрения концепции мыслительных схем, полезно представить репрезентацию задачи в качестве модели для сборки, в которой различные по виду и содержанию схемы могут быть представлены в качестве *структурных элементов на разных уровнях*.

⁸ Боксер покинул ринг после победы в чемпионате мира. Его тренер забрал все призовые, а боксер не получил ни копейки. Почему?

Глобальные схемы в решении задачи представлены, на наш взгляд, *ситуационной моделью задачи, ожиданиями цели и программой (сценарием) действий*. Ситуационная модель задачи представляет собой модель того, что дано, которая формируется в результате понимания текста задачи. Ряд творческих задач строится на формировании неверной или неадекватной модели задачи. Так, например, строятся задачи на языковую неоднозначность. В задаче «Почему хомяк может съесть килограмм овса, а лошадь – нет?» построение модели строится вокруг основного героя задачи – хомяка, поэтому вторая часть предложения с большей вероятностью интерпретируется, как имеющая к нему отношение. Ожидания цели могут представлять собой как образ цели, так и достаточно абстрактный набор требований к конечному результату. В любом случае, ожидание цели может строиться по законам схем, формируя некоторую зону ожидаемой неопределенности результата. Так, например, трудности трехмерных задач, в которых требуется выйти из плоскости в третье измерение, можно рассматривать как трудности ожиданий, поскольку первоначальные ожидания накладывают ограничения на поиск решения за пределами плоскости. Программа или сценарий действий в задаче тоже может играть существенную роль, поскольку определяют те наиболее общие стратегии и эвристики, которые будут выбраны решателем в первую очередь. Относительная независимость модели задачи и программы так же высказана Г. Саймоном (Simon, 1977) в рамках его гипотезы селективного забывания. В частности, он полагал, что процедурная информация (как бы мы сказали, процедурная схема) быстрее подвержена забыванию, чем общая информация о задаче (модель задачи).

Локальные схемы в решении задачи представлены *репрезентацией отдельных элементов задачи, схемами отдельных действий* (определяемых подцелями в задаче) и *образами подцелей*. Элементы задачи хранятся в долговременной памяти в виде схем, и изменение одного из элементов задачи может привести к изменению всей модели и репрезентации задачи в целом.

Так, например, в задаче на языковую неоднозначность про боксера (ее текст был приведен выше) такие атрибуты, как наличие тренера, участие в соревнованиях, победа и деньги, вместе со словом «боксёр» активируют однозначную и довольно устойчивую схему «боксёра-спортсмена». Открытие решателя, что у слова «боксёр» есть и другие значения, должно приводить к активации другой схемы – «собака, участвующая в соревнованиях». Вторая схема оказывается у большинства решателей менее активированной, поэтому смена схем вызывает достаточно сильные затруднения.

Различия между локальной и глобальной мыслительными схемами можно продемонстрировать также на примере задачи «9 точек». На глобальном уровне задача может быть распознана как соответствующая мыслительной схеме «задача на соединение точек» и отнесена к категории задач, в которых требуется последовательно соединять точки прямыми линиями, начинающимися и заканчивающимися в точках. Такая глобальная мыслительная схема накладывает ограничения на решение задачи, поскольку предполагает определенную ситуационную модель – квадрат с точками и соединяющими их линиями, процедурную схему – соединение точек между собой (как правило, от точки к точке) и ожидание цели – последовательность линий (или фигура), соединяющая линии от точки к точке. На локальном уровне задача могут быть распознаны схемы элементов задачи (например, для понимания того что такое точка в данной задаче могут быть использованы схемы «абстрактная точка», «пятно, имеющее конкретные размеры», то же можно предположить и для линий – «абстрактная прямая», «абстрактный отрезок», «кривая», «полоса»), схемы действий (вероятно, что изначально действие в данной задаче трактуется как соединение точек линиями начинающимися и заканчивающимися с точках).

Что концепция мыслительных схем может внести нового? Во-первых, мы получаем реконцептуализацию понятия репрезентации задачи. Говоря о репрезентации, мы подразумеваем субъективные представления решателя о

задаче, на основе которых может быть построено задачное пространство. Необходимыми составляющими репрезентации задачи являются представления о начальном состоянии, о цели и правилах достижения цели. В рамках нашей концепции репрезентация может быть масштабирована и включает в себя ситуационную модель задачи (условия, элементы), процедурную схему (действия, ключевые узлы) и образ ожидаемого результата. Теория задачного пространства хорошо описывает программы действий в рамках одной ситуационной модели, с хорошо определенным ожиданием результата (целевым состоянием) при однозначном списке устойчивых элементов задачи. В рамках нашей концепции под репрезентацией задачи понимается не задачное пространство а субъективные представления о том, как и из чего строится задачное пространство задачи. Во-вторых, концепция включает в себя представления о том, как формируется репрезентация задачи, что обогащает детализацией теорию изменения репрезентации. *Построение репрезентации* происходит на основе актуализации схем, соответствующих представленной задаче. В своем представлении о том, как происходит понимание задачи мы основываемся на теории процесса понимания текста В. Кинтча и Т. ван Дейка (Kintsch, van Dijk, 1978). На основе указанных в тексте элементов задачи в памяти решателя актуализируются их сформированные схемы. Схемы элементов задачи объединяются в единую ситуационную модель задачи (включающую понимание того, что дано и что требуется), в соответствии с которой интерпретируются и отдельные элементы, а также определяется цель (ожидание целевого состояния) и программы действий, необходимые для достижения цели, исходя из текущей интерпретации начального состояния.

В общем виде, *описание смены репрезентации при инсайтном решении* выглядит, по нашему мнению, следующим образом. Решение задачи подразумевает построение репрезентации задачи, которая составляется из хранящихся в долговременной памяти элементов: перцептивных, моторных и мыслительных схем. Репрезентация организована иерархически таким обра-

зом, что как общая ситуация задачи, так и её отдельные элементы кодируются схемами. При широком масштабировании репрезентация задачи представлена глобальными схемами ситуационной модели задачи, ожидания цели и программы действий, а при детальном масштабировании – представлена локальными схемами элементов задачи, действий и подцелей. Репрезентация стремится к равновесному состоянию, то есть к состоянию простой схемы, поддерживая свою устойчивость и непротиворечивость. Устойчивость и компактность схем позволяют в экономном режиме удерживать все необходимые для решения задачи элементы, такие как операторы и целевое состояние, а кроме того, и ключевые моменты в ходе решения и защищает репрезентацию от случайного отвлечения, забывания и интерференции. Противоречия в репрезентации между отдельными составными частями вызывают неустойчивость репрезентации, которая в свою очередь стремится к непротиворечивости, либо через игнорирование, либо через изменение репрезентации.

Поскольку репрезентация задачи представляет собой иерархию схем, то изменение репрезентации может произойти в результате изменения схемы на любом из уровней: 1. При условии неустойчивости мыслительной схемы она может быть изменена в результате восходящих влияний спонтанно актуализированной перцептивной или моторной схемы, как это предполагает теория изменения репрезентации. 2. Доступность мыслительных схем сознанию позволяет осуществлять сознательный поиск подходящей схемы в качестве модели задачи или одной из её составляющих, как это предсказывает теория задачного пространства. 3. При недоступности подходящей мыслительной схемы сознательному поиску в долговременной памяти и устойчивости ситуационной модели задачи способом поиска новой репрезентации может стать анализ противоречий между схемами внутри репрезентации задачи. Такой анализ может осуществляться на любом из уровней репрезентации, а основной его целью является выведение репрезентации задачи из устойчиво-

го равновесного состояния. Последний тип изменения репрезентации не учитывается в цитируемых моделях и может рассматриваться как новое предсказание предлагаемой нами концепции.

Поскольку репрезентация задачи строится на основе иерархии схем, то инсайтное решение может происходить путем изменения любой схемы в этой иерархии. Изменения в схемах на любом из уровней могут привести к изменению репрезентации задачи в целом, однако в какой из схем (какой части репрезентации) необходимо изменение, решателю, как правило, не известно (и существующими теориями не предсказывается). Смена репрезентации может происходить как через полную замену одной схемы другой, так и через внесение модификаций в ранее актуализированную схему.

Как мы предполагаем, в механизм инсайтного решения необходимо включить ряд составляющих, которые необходимы для понимания инсайта: 1. *механизмы создания условий для смены репрезентации*, 2. *механизмы модификации схем*, 3. *построение новой модели задачи*. Другими словами, для того чтобы понимать, как происходит изменение репрезентации в решении задачи нужно учитывать то, как строится новая репрезентация, то, как имеющаяся репрезентация может быть модифицирована и то, какие условия для этого необходимы. Как уже отмечалось выше, построение модели задачи как интерпретация и понимание текста задачи в целом описана теорией конструирования-интеграции. Некоторые из *механизмов модификации схем* были описаны С. Олссоном (Ohlsson, 1992), мы по-новому представим этот список, и теперь он включает в себя: 1. добавление новых элементов – включение новых элементов в репрезентацию, тем самым задействуя новые схемы; 2. детализация и декомпозиция – обнаружение необходимости конкретизировать или разбить на части отдельные элементы задачи; 3. укрупнение единиц – обнаружение некоторой закономерности, простой модели или программы, которая бы позволила охватить все решение или значительную часть решения в рамках горизонта планирования.

Важное место в исследовании инсайта занимают исследования, претендующие на описание механизмов инсайта, но фактически, описывающие *механизмы создания условий для смены репрезентации*. Среди таких механизмов мы выделим следующие:

- *Ослабление актуальности действующих схем* через снижение/ изменение целенаправленной активности (и, как следствие, снижение контроля, внимания и т.п.). В результате изменения или удаления цели нарушается или изменяется программа мыслительных действий и репрезентация. Подтверждающие факт необходимости снижения контроля публикуются в большом количестве (Baird et al., 2012; Jarosz et al., 2012; Reverberi et al., 2005), однако не всегда в этих публикациях дается детальное объяснение механизма такого влияния. Ослабление контроля, внимания, целенаправленной активности может приводить к очищению рабочей памяти от активированных схем и ослаблению их активации в долговременной рабочей памяти (Лазарева, 2014; Владимиров, Карпов, Лазарева, 2018).

- *Поиск готовых схем*. На наш взгляд, классический гештальт-подход недооценивает возможности переноса и использования аналогий в решении творческих задач. Использование схем в решении задач создает необходимые предпосылки для выделения «глубинной структуры задачи» и установления соответствия между изоморфными задачами. В данном случае, высокоуровневый поиск в метапространстве репрезентаций (Kaplan, Simon, 1990) есть ни что иное как поиск готовых схем в долговременной памяти.

- *Анализ противоречий*. Предложенный К. Дункером (Дункер, 1965a,b) подход к объяснению инсайта через понимание основного конфликта задачи получил свое развитие в теории задачного пространства в виде эвристики анализа целей и средств. Однако мы трактуем противоречия в задаче гораздо шире, поскольку противоречие между тем, что дано и целью можно не только трактовать как несоответствие оператора цели в рамках задачного пространства, но и как несоответствие действий, цели и ситуационной моде-

ли. В таком более широком контексте становится понятно, что выявление конфликта может привести не только к выбору другого оператора (действия), но и к изменению цели и модели задачи.

Предложенная выше концепция требует последовательного доказательства ряда предположений, на которых она строится. Требуется доказательство того, что изменение репрезентации доступно для высокоуровневой переработки, что, например, проявляется в возможности выявления активности управляющих процессов в рабочей памяти при решении инсайтных задач. Далее требуется доказать, что доступность высокоуровневой переработки возможна благодаря наличию эксплицируемых структур в решении инсайтных задач, которые могут быть использованы для изменения репрезентации. Следующим необходимым шагом является прямая демонстрация эффективности использования мыслительных схем в решении инсайтных задач и показать их роль в проявлении феномена инсайта. Эти последовательные шаги доказательства могут быть представлены в виде последовательности основных гипотез исследования.

Гипотезы исследования:

1. Изменение репрезентации в решении инсайтных задач доступно для высокоуровневой переработки, что проявляется в активности управляющих процессов рабочей памяти на этапе изменения репрезентации.

2. Доступность высокоуровневой переработки изменения репрезентации в решении инсайтных задач возможна благодаря наличию эксплицируемых структур в решении инсайтных задач, которые могут быть использованы для изменения репрезентации.

3. Поиск и обнаружение мыслительных схем является эффективным способом решения инсайтных задач. Обнаружение мыслительной схемы в решении инсайтной задачи лежит в основе феномена мгновенности инсайтного решения.

Последующие главы данной работы посвящены описанию экспериментов, направленных на проверку этих предположений. Пятая глава диссертационной работы направлена на доказательство участия управляющих процессов в рабочей памяти при решении инсайтных задач и их связь с изменением репрезентации. Шестая глава посвящена доказательству наличия эксплицируемых структур в инсайтных задачах, которые могут быть использованы для научения решению этих задач. В седьмой главе приведены данные, позволяющие говорить о возможности произвольного использования высокоуровневых процессов анализа конфликта мыслительных схем для успешного решения инсайтных задач. В восьмой главе продемонстрировано, что поиск решения на основе мыслительных схем может быть более эффективен, чем использование пошаговых стратегий. В девятой главе показано, что в основе ага-переживаний мгновенности обнаружения решения лежат механизмы обнаружения схем.

Выводы по главе

4.1. Инсайт, творческое решение, является одним из феноменов поиска решения задачи, который состоит в необходимости преодоления тупика вследствие построения нерелевантной репрезентации. Основным механизмом преодоления тупика является изменение репрезентации как основы, на которой строится задачное пространство.

4.2. Центральным вопросом является вопрос о том, как происходит взаимодействие высокоуровневых и низкоуровневых механизмов инсайта. В теории задачного пространства основным способом смены репрезентации является высокоуровневый поиск нового задачного пространства с помощью метаэвристик. В теории изменения репрезентации – низкоуровневая смена репрезентации, в том числе на основе перераспределения активации. Позиции, на которых стоят теория задачного пространства и теория изменения репрезентации, принято рассматривать как радикально противоположные в

виде специфического и неспецифического подходов. Поэтому требуется теория, примиряющая две радикальные точки зрения.

4.3. Принципиально новым решением проблемы соотношения высокоуровневых и низкоуровневых процессов является введение понятия мыслительной схемы для объяснения ряда закономерностей смены репрезентации. Под схемой понимается когнитивная структура, позволяющая упростить репрезентацию таким образом, чтобы была возможность оперировать достаточно объемными частями репрезентации в рамках рабочей памяти. При этом все элементы репрезентации могут быть доступны для извлечения из долговременной рабочей памяти. Схему удобно рассматривать как абстрактную конструкцию, хранящуюся в памяти и легко доступную для воспроизведения, которая позволяет в компактной форме хранить типичную информацию. Абстрактность схемы позволяет не запоминать огромное количество дополнительной, обычно нерелевантной информации, отбрасывая детали. В то же время она позволяет реконструировать полную картину в ситуации неполной информации. Таким образом, схема может занимать промежуточное положение между репрезентацией непосредственно воспринимаемой ситуации и абстрактным знанием, хранящимся в долговременной памяти. Под мыслительной схемой мы понимаем такие схемы, которые определяются условиями мыслительной задачи. Мыслительные схемы доступны сознательному оперированию.

4.4. В общем виде, смена репрезентации при инсайтном решении выглядит следующим образом. Репрезентация задачи состоит из частей, которые представляют собой перцептивные, моторные или мыслительные схемы. Схемы организованы иерархически: репрезентация задачи как совокупность всех репрезентаций относительно данной задачи на высшем уровне кодируется схемами ситуационной модели задачи, ожидания цели и программы действий, которые на нижележащем уровне составлены из схем элементов задачи, действий и подцелей. Репрезентация в целом, как и её отдельные ча-

сти, в процессе построения стремится к устойчивому, непротиворечивому состоянию, то есть к состоянию простой схемы. Простая и компактная схема репрезентации задачи позволяет удерживать в памяти все элементы задачи, используемые операторы и целевое состояние, а также ключевые моменты в ходе решения задачи в рамках рабочей и долговременной рабочей памяти. Устойчивая форма репрезентации позволяет удерживать решение от сбоев, вызванных случайным отвлечением, забыванием, интерференцией в рабочей памяти или активацией нерелевантных идей. Чем более непротиворечивы и упорядочены составные части (схемы) в репрезентации задачи, тем она более устойчива. В то же время, противоречивая репрезентация задачи менее устойчива, и когнитивная система будет стремиться снять противоречия либо через их игнорирование, либо через изменение репрезентации.

4.5. Поскольку репрезентация задачи представляет собой иерархию схем, то изменение репрезентации может произойти в результате изменения схемы на любом из уровней. При условии неустойчивости мыслительной схемы она может быть изменена в результате восходящих влияний спонтанно актуализированной перцептивной или моторной схемы, как это предполагает теория изменения репрезентации. Доступность мыслительных схем сознанию позволяет осуществлять сознательный поиск подходящей схемы в качестве модели задачи или одной из её составляющих, как это предсказывает теория задачного пространства. При недоступности подходящей мыслительной схемы сознательному поиску в долговременной памяти и устойчивости ситуационной модели задачи способом поиска новой репрезентации может стать анализ противоречий между схемами внутри репрезентации задачи. Такой анализ может осуществляться на любом из уровней репрезентации, а основной его целью является выведение репрезентации задачи из устойчивого равновесного состояния. Последний тип изменения репрезентации не учитывается в информационных моделях решения задач и может рассматриваться как новое предсказание предлагаемой нами концепции.

ГЛАВА V. УПРАВЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОСТРОЕНИИ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ

5.1. Постановка проблемы

Важным аргументом в пользу использования решателем мыслительных схем в процессе решения задачи является доказательство того факта, что в инсайтных задачах требуется задействовать управляющие процессы. Под управляющими процессами мы имеем в виду процессы целенаправленного управления решением задачи. К управляющим процессам можно отнести такие функции как контроль, планирование, прогнозирование и т.д., поскольку они доступны осознанию и направлены на достижение некоторой цели. Управляющие функции могут быть использованы не столько для непосредственного решения инсайтной задачи (в таком случае она не может рассматриваться в качестве инсайтной), сколько для работы с имеющейся репрезентацией. Работа управляющих функций в решении инсайтных задач может состоять в том, чтобы осуществлять анализ имеющейся репрезентации в поисках элемента, требующего замены, осуществлять целенаправленный поиск готовых мыслительных схем в памяти, осуществлять проверку обнаруженных претендентов на степень удовлетворения критериев поиска и т.д. Другими словами, управляющие функции могут принимать участие в процессах поиска репрезентации в памяти, а также могут быть задействованы в процессе целенаправленного изменения репрезентации, то есть могут принимать участие в переструктурировании репрезентации. В свою очередь, выявить участие рабочей памяти в решении задачи можно, проанализировав загрузку рабочей памяти. Таким образом, участие управляющих функций в решении инсайтных задач, которое мы можем наблюдать через загрузку рабочей памяти, является существенным аргументом в пользу высокоуровневой органи-

зации решения инсайтных задач и использования мыслительных схем в решении инсайтных задач.

Вопрос об участии управляющих функций и рабочей памяти в решении инсайтных задач является областью жарких дискуссий. На сегодняшний день нет однозначной точки зрения в вопросе об участии управляющих функций в решении инсайтных задач (Chuderski, Jastrzębski, 2017; DeCaro et al., 2016; DeCaro, Van Stockum, Wieth, 2017). Дискуссия о роли рабочей памяти в инсайте в основном фокусируется на работе системы контроля в решении задач. С одной стороны, есть данные о том, что рабочая память является важнейшим компонентом в решении как алгоритмизированных, так и инсайтных задач. Объем рабочей памяти прямо положительно коррелирует с выполнением инсайтных задач и заданий на креативность (Chuderski, 2014; Chuderski, Jastrzębski, 2018; Cinan, Doğan, 2013).

Эффективность выполнения творческих заданий страдает в условиях загрузки рабочей памяти (De Dreu et al., 2012). Инсайтные задачи коррелируют с рабочей памятью так же, как и неинсайтные задачи, но только инсайтные задачи коррелируют с дивергентным мышлением и нарушением рамок (DeYoung, Flanders, Peterson, 2008). Точность в решении инсайтных задач положительно коррелирует с объемом хранилищ рабочей памяти, а также с процессами переключения внимания, но не коррелирует с избирательностью и устойчивостью внимания (Murray, Byrne, 2005). Тем не менее, некоторые исследования выявили различающееся влияние систем контроля и хранения рабочей памяти на решение инсайтных задач. В частности, решение инсайтных задач положительно коррелирует с распознаванием уже представленных элементов в рабочей памяти (обновление обработки в рабочей памяти), а не с заменой старых элементов новыми (исполнительный контроль) (Nęcka, Żak, Gruszka, 2016).

Другие исследования показали, что рабочая память влияет на инсайтные задачи в меньшей степени, чем на неинсайтные алгоритмизированные

задачи. Параллельный счет во время процесса решения задач оказывает большее негативное влияние на инсайтные, чем на инсайтные задачи, и эти выводы были подтверждены данными ЭЭГ с помощью метода вызванных потенциалов и анализа амплитуды P300 (Lavric et al., 2000). Инсайтные задачи с редуцированной фазой поиска решения в рамках неверной репрезентации не так сильно коррелируют с рабочей памятью (Ash, Wiley, 2006). Решение инсайтных задач коррелирует только с вербальной рабочей памятью, но не с управляющими функциями и пространственной рабочей памятью (Fleck, 2008). Однако, вербальная рабочая память может влиять только на начальные фазы понимания задачи, не влияя на специфические инсайтные процессы.

Некоторые исследования продемонстрировали, что, наоборот, дефицит рабочей памяти может быть полезен для решения инсайтных задач. Так, например, пациенты с латеральными повреждениями лобных долей решают тавтологические задачи со спичками лучше, чем здоровые испытуемые (Reverberi et al., 2005). Испытуемые с легкой алкогольной интоксикацией выполняют тесты на отдаленные ассоциации лучше и быстрее, а также переживают больше инсайтных решений (Jarosz et al., 2012). Более высокая емкость рабочей памяти связана с более низкой точностью при решении задач со спичками из-за подавления механизма ослабления ограничений (DeCaro et al., 2016). Кроме того, более высокая емкость рабочей памяти приводит испытуемых к использованию сложных неэффективных стратегий в задачах Лачинсов на переливание, несмотря на доступность более простых стратегий (Beilock, DeCaro, 2007).

Кроме того, существуют различные данные о роли систем хранилищ рабочей памяти в решении инсайтных задач. Эффективность решения инсайтных задач не связана с системой контроля, но связана с вербальными и визуально-пространственными компонентами рабочей памяти (Gilhooly, Fioratou, 2009). Эффективность решения вербальных инсайтных задач положительно коррелирует с вербальной рабочей памятью (словарный запас), а

эффективность решения пространственных инсайтных задач положительно связана с пространственной рабочей памятью (пространственная гибкость) (Gilhooly, Murphy, 2005). Эффективность решения задачи «9 точек» связана с пространственной, но не вербальной рабочей памятью (Chein, Weisberg, Streeter, Kwok, 2010). Однако хранилища рабочей памяти не участвуют в процессе решения инсайтных задач независимо от системы управления. Выполнение теста отдаленных ассоциаций может быть предсказано как вербальной рабочей памятью, так и переключением внимания (Chein, Weisberg, 2014). С другой стороны, дистракция вербальной рабочей памяти с помощью артикуляционного подавления улучшает решение инсайтных задач, поскольку оно уменьшает вербальную переработку в задаче (Ball, Marsh, Litchfield, Cook, Booth, 2015). Удивительно, но предварительная загрузка пространственной рабочей памяти повышает скорость решения инсайтной задачи «T-puzzle» (Suzuki, Fukuda, Miyata, Tsuchiya, 2014).

Некоторые из имеющихся противоречий можно объяснить различиями в процедуре и материалах, используемых в исследованиях. Однако существенная часть расхождений связана с такими факторами, как неоднородность и неравномерность процесса решения и сложная природа самой рабочей памяти. Неоднородность и неравномерность процесса решения проявляются в том, что решение инсайтных задач имеет несколько стадий (понимание задачи, построение репрезентации, реструктурирование репрезентации, тупик и т. п.), которые могут быть связаны различным образом с рабочей памятью. Например, с точки зрения гипотезы селективного забывания, на стадии тупика происходит очистка памяти от части информации (Simon, 1977), т. е. данная стадия должна быть требовательной к ресурсам рабочей памяти. Таким образом, отношения между рабочей памятью и процессами решения инсайтных задач могут изменяться от стадии к стадии (DeCaro et al., 2017), а значит, необходимо изучать то, как на каждой стадии решения проявляет себя рабочая память. Динамика процессов решения инсайтных задач

редко обсуждается в рамках исследований рабочей памяти (Ash, Wiley, 2006; Korovkin et al., 2014, 2018; Lv, 2015; Yeh, Tsai, Hsu, Lin, 2014). В то же время неоднородность фаз в решении инсайтных задач была продемонстрирована в исследованиях движения глаз (Ellis et al., 2011; Knoblich et al., 2001; Yeh et al., 2014; Владимиров, Чистопольская, 2016). Таким образом, мы предполагаем, что роль рабочей памяти в решении задач должна обсуждаться применительно к каждому этапу отдельно.

В серии наших исследований было показано, что наиболее продуктивным способом изучения загрузки управляющих функций в рабочей памяти является отслеживание динамики этой загрузки. Основным выводом этой серии экспериментов является тот факт, что регулярно наблюдается рост загрузки рабочей памяти на последнем этапе решения инсайтных задач, при том, что на остальных этапах решения степень загрузки значительно ниже. Под последним этапом решения инсайтной задачи понимается временной отрезок в размере последних 10% от общего времени решения. Размер этой десятой части оценивается от 5 до 30 секунд в зависимости от времени решения конкретной задачи. Варьирование содержания задания-зонда, с помощью которого выявляется загрузка рабочей памяти, показало устойчивость выявленного паттерна загрузки, что говорит о том, что подъем связан не с подчиненными системами рабочей памяти, а с управляющими функциями.

На основе имеющихся результатов мы можем сделать ряд важных выводов. Во-первых, мы наблюдаем возрастание загрузки рабочей памяти до озвучивания решения испытуемым, что согласуется с идеей о немгновенности инсайта (Брушлинский, 1979), которая получает все больше подтверждений. Так, убедительным результатом являются данные, полученные Дж. Эллис на материале анаграмм о том, что за несколько секунд до нахождения решения испытуемые начинают игнорировать нерелевантные элементы (Ellis et al., 2011). В целом, эти данные получают подтверждение при попытках воспроизвести данную находку (Лазарева, 2014; Лаптева, 2016). Дру-

гие исследования демонстрируют, что даже при отсутствии инсайта испытуемые обладают частичным знанием решения, например способны отличить решаемые и нерешаемые задания в тесте отдаленных ассоциаций (Bowers, Regehr, Balthazard, Parker, 1990). Также при увеличении времени предъявления анаграмм повышается способность испытуемых оценивать решаемость анаграммы (Novick, Sherman, 2003), что говорит о необходимости последовательных аналитических процессов в решении задач. Во-вторых, рост загрузки рабочей памяти перед решением может говорить о вероятном наличии аналитических процессов в инсайтном решении (что, однако, не исключает возможности конкуренции специфических инсайтных процессов за ресурс рабочей памяти). В-третьих, наши результаты позволяют дать положительный ответ на вопрос о специфичности решения инсайтных задач, поскольку их решение в целом значительно менее требовательно к ресурсам рабочей памяти на других этапах решения, что говорит о значительно меньшей роли аналитических процессов в решении. В то же время, ключевым для нас вопросом является вопрос о возможном участии процессов управления мыслительными схемами в решении инсайтных задач на последнем этапе решения. Рост загрузки управляющих функций в концовке решения инсайтных задач не может быть объяснен простым влиянием усталости и необходимости вербализовать верное решение.

В данном исследовании мы решили проверить идею, что подъем загрузки рабочей памяти на последних секундах непосредственно перед обнаружением решения связан не просто с генерацией новых идей и выдвижением гипотез, а с изменением репрезентации. Генерация идей может быть связана с семантической активацией и извлечением знания из памяти, в том числе и с помощью схем. В то же время, переструктурирование репрезентации должно включать в себя и активные процессы поиска конфликта, элементов, требующих изменения, поиск схемы, а также проверку соответствия схемы.

5.2. Методика исследования

Традиционные методы, используемые в исследованиях рабочей памяти, не фиксируют динамику загрузки рабочей памяти в течение времени. Мы разработали технику, которая может достичь этой цели. Метод основан на предположениях, сделанных из модели ресурсов Д. Канемана (Kahneman, 1973). Согласно этой модели, когнитивные ресурсы ограничены и распределены в соответствии с субъективной значимостью. Поэтому, если две задачи выполняются одновременно, производительность падает в одной из них, что указывает на то, что доступные ресурсы были выделены для второй задачи. Если испытуемые должны решать задачу, монотонно выполняя вторичное задание-зонд, время реакции на задание-зонд должно увеличиваться всякий раз, когда процесс решения основной задачи становится особенно требователен к ресурсам, и наоборот.

М. Вит и Б. Бёрнс (Wieth, Burns, 2014) показали, что процесс решения как инсайтных, так и неинсайтных задач страдает в условиях многозадачности. Этот факт согласуется с нашими предположениями о том, что процесс решения проблем конкурирует с дополнительной задачей за ресурсы. Кроме того, вмешательство, возникающее из-за конкуренции, по-видимому, не полностью нарушает процесс решения проблем. Удивительным результатом является то, что мотивирование не позволяет испытуемым преодолеть трудности, связанные с многозадачностью. Это может быть связано с ограниченным ресурсом внимания, который не может быть значительно увеличен. Вместо этого авторы предполагают, что высокая мотивация приводит к поверхностной обработке. Это означает, что в условиях многозадачности участники переключают свое внимание на более простую задачу, по существу, делая второстепенную задачу главной задачей. Этот факт может быть ограничением при использовании только времени реакции в качестве единственной зависимой переменной в парадигме двойной задачи. Таким образом, в качестве основной зависимой переменной в своих исследованиях мы обычно используем

время реакции, а в качестве дополнительных показателей – правильность решения, время решения и точность выполнения зонда.

Среднее время каждой попытки решить задачу может быть поделено на несколько равных отрезков времени. Например, если задача была решена за 300 секунд, то данные полученные за первые 30 секунд представляют собой первый этап решения, а данные за последние 30 секунд будут представлять собой 10 этап решения. Разбив общее время решения на такие отрезки, мы получим 10 этапов, с помощью которых сможем сопоставить между собой испытуемых и отдельные задачи, и изучить динамику загрузки рабочей памяти.

Исходя из предположения, что ресурсы рабочей памяти не едины, мы также можем варьировать содержание дополнительного задания-зонда таким образом, что он должен конкурировать только с некоторыми системами, но не с другими. Например, варьируя общую сложность задания-зонда, мы можем исследовать общие требования к объему рабочей памяти при решении задач, в то время как, изменяя содержание задания-зонда (например, модальность стимулов), мы можем обнаружить влияние доступности конкретных систем хранения для инсайтнгого решения.

Эта методика позволяет ответить на следующие вопросы о роли рабочей памяти в процессе решения инсайтных задач:

1) Необходима ли рабочая память и управляющие функции памяти в процессе решения инсайтных задач? Различается ли степень загрузки рабочей памяти в решении инсайтных и неинсайтных задач? Добавляется ли что-либо в загрузке рабочей памяти в решении инсайтных задач по сравнению с выполнением одиночного задания-зонда без основной задачи?

2) Существенно ли отличаются процессы в хранилищах рабочей памяти, управляющие функции и общие показатели рабочей памяти в решении инсайтных задач по сравнению с неинсайтными задачами?

3) Существует ли какой-либо специфический динамический паттерн загрузки рабочей памяти в ходе решения инсайтных задач? Различаются ли отдельные фазы решения инсайтных задач по требовательности к рабочей памяти, её хранилищам и центральному управлению?

5.3. Эксперимент

Для выявления роли высокоуровневых процессов в решении инсайтных задач нами был проведен эксперимент. В данном эксперименте⁹ исследовалась роль управляющих функций и рабочей памяти на этапе переструктурирования репрезентации.

Общая гипотеза данного исследования может быть представлена в виде следующего утверждения: на последнем этапе решения инсайтных задач значительную роль играют высокоуровневые процессы управляющих функций, обеспечивающие процесс переструктурирования репрезентации.

Общая гипотеза конкретизируется нами в двух частных гипотезах:

1) В творческих заданиях, требующих изменения репрезентации, (инсайтных задачах) наблюдается рост загрузки управляющих функций на последнем этапе решения задач.

2) В творческих заданиях, требующих изменения репрезентации, (инсайтных задачах) наблюдается более высокая степень загрузки управляющих функций, чем в творческих заданиях, не требующих изменения репрезентации.

Методика

Выборка

Выборку исследования составили 32 человека (24 женщины) в возрасте от 18 до 25 лет ($M = 20.44$, $SD = 2.42$). Основная часть выборки – студенты

⁹ Исследование проведено совместно с А.Д. Савиновой.

ЯрГУ им. П.Г. Демидова. Все испытуемые проходили эксперимент индивидуально и добровольно, участие в эксперименте не оплачивалось.

Сtimульный материал

Эксперимент был проведен в рамках описанной парадигмой двойного задания, в которой одновременно выполняются основное задание (решение инсайтной задачи) и дополнительное задание-зонд. В качестве основной мыслительной задачи были использованы задания трех типов:

1) Задание на генерацию идей (продуцирование гипотез)

Генерация идей задавалась с помощью модифицированного субтеста «Варианты употребления предметов» Дж. Гилфорда (Guilford, 1967). Испытуемому предлагался объект (в данном исследовании – канцелярская скрепка), для которого необходимо придумать как можно больше альтернативных способов использования. Задание предполагает процесс продуцирования новых гипотез, но без необходимости изменения репрезентации и проверки гипотез.

2) Инсайтная задача с простым изменением репрезентации

Данный тип задач предполагает, что первоначально активированная испытуемым репрезентация оказывается неверной, а для успешного решения ее необходимо изменить. Однако для изменения репрезентации достаточно внимательно прочитать условия, что существенно упрощает данный процесс. По мнению Дж. Андерсона (Андерсон, 2002), подобные задачи не относятся к классическим инсайтным, так как для изменения репрезентации необходимо проявить внимательность, а не совершить переоценку элементов задачи.

3) Инсайтная задача со сложным изменением репрезентации

В качестве задач со сложным изменением репрезентации были использованы классические инсайтные задачи. Они также предполагают изменение репрезентации, но в их случае недостаточно внимательно прочитать условия,

необходимо открыть новые взаимосвязи между объектами задачи и операторами.

Одновременно с основным заданием испытуемым необходимо было выполнять задание-зонд. Для этого испытуемому предъявлялась одна из шести возможных альтернатив – круг, квадрат, треугольник, крест, шестиугольник, пятиугольник. Если испытуемый видит круг, треугольник или пятиугольник, то должен нажимать стрелку влево; если он видит квадрат, крест или шестиугольник – стрелку вправо. Последовательность фигур предъявлялась в случайном порядке. Задание-зонд находилось в центре монитора компьютера. Инструкция по выполнению зонда исчезала после того, как испытуемый переходил к тексту мыслительной задачи. Цвет фигур – черный, цвет фона – белый. Экспериментальный материал предъявлялся с помощью PsychoPy2 (Peirce, 2007), версия 1.81.02, на компьютере HP Envy x360 15-ar001ur с диагональю 15,6 дюйма.

Процедура

В начале эксперимента испытуемый проходил тренировочную серию, представляющую собой выполнение задания-зонда без решения мыслительной задачи. Целью тренировки было знакомство испытуемого с дополнительным заданием и запоминание инструкции для дальнейшего прохождения эксперимента. В тренировочной серии испытуемому необходимо было выполнить задание-зонд в виде последовательности из 30 стимулов. Затем испытуемый переходил к основной серии, в которой одновременно выполнял задание-зонд и решал одну из 6 мыслительных задач: два задания на генерацию идей (продуцирование гипотез), две задачи с простым изменением репрезентации и две задачи со сложным изменением репрезентации. Задачи предъявлялись в случайном порядке с целью исключения артефактов. Выполнение задания-зонда осуществлялось на всем протяжении основного задания.

Для задач с изменением репрезентации был установлен временной лимит в 300 секунд, после чего – если испытуемый не говорил правильный ответ – экспериментатор прерывал задание и сообщал верное решение. Для заданий на продуцирование гипотез испытуемым предоставлялось 120 секунд. В качестве критерия для выбора этого ограничения времени использовалось время, в течение которого испытуемый предлагает новые альтернативные варианты, не повторяя ранее предложенных гипотез. Этот показатель был получен в рамках проведенного пилотажного исследования. Все используемые задачи были представлены в вербальной форме. Испытуемым нельзя было вести записи во время решения, но предлагалось размышлять вслух, сообщать гипотезы и ответ. Среднее время решения задач варьировалось от 60 до 150 секунд. Задачи предъявлялись испытуемым вверху экрана компьютера, цвет текста – черный. Текст задачи оставался на экране на всем протяжении решения. По просьбе испытуемого между задачами мог быть перерыв, но его длительность не превышала 1 минуты.

Статистическая обработка

Для статистической обработки фиксировалось время реакции испытуемых на задание-зонд и общее время решения задач. Часть полученных данных была исключена из дальнейшего анализа: 1) задачи, решенные менее чем за 30 секунд, поскольку в таком случае неясно, решил ли испытуемый задачу или знаком с ней, вспомнив во время эксперимента ответ; 2) задачи, не решенные в течение 300 секунд; 3) задачи, содержащие экстремально большие значения времени реакции на зонд, поскольку это указывает на то, что испытуемый не может справиться с необходимостью выполнять два задания одновременно (в качестве экстремально высоких рассматривались значения, которые выходили за пределы трех межквартильных размахов). Статистический анализ проводился с помощью ANOVA с повторными измерениями с коррективкой Гринхауса-Гейссера, а также с последующими *post hoc* срав-

нениями с помощью парного t -критерия Стьюдента. Для анализа динамики решения задачи были поделены на 10 равных по времени отрезков (этапов).

5.4. Результаты

При анализе времени решения задач было выявлено, что задачи с простым и сложным изменением репрезентации отличаются друг друга по времени решения, $F(1, 28) = 16.18$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .366$. Задачи со сложным изменением репрезентации ($M = 127.46$, $SD = 78.52$) требуют значимо больше времени на решение по сравнению с задачами на простое изменение ($M = 74.92$, $SD = 39.87$). Подобный результат говорит о том, что типы задач были выбраны нами методически верно.

Сравнение среднего времени реакции на зонд также показало, что существуют значимые различия между тренировочной и экспериментальной серией, $F(2.31, 62.27) = 41.45$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .606$. Время реакции в тренировочной серии было значимо ниже, чем при выполнении зондов с заданием на продуцирование гипотез, $t(31) = -7.29$, $p < .001$, $r = -0.522$; с заданием на простое изменение репрезентации, $t(27) = -8.73$, $p < .001$, $r = -0.683$; с заданием на сложное изменение репрезентации, $t(31) = -8.6$, $p < .001$, $r = -0.625$. Внутри экспериментальной серии разные типы заданий также продемонстрировали значимые различия: задание на продуцирование гипотез выполнялось с меньшим временем реакции на зонд, чем задачи на простое, $t(27) = 5.27$, $p < .001$, $r = 0.399$ и сложное, $t(31) = 4.92$, $p < .001$, $r = 0.342$ изменение репрезентации. Среднее время реакции между задачами на простое и сложное изменение репрезентации не отличалось, $t(27) = 0.42$, $p = .675$, $r = 0.025$. Все представленные результаты были проверены с помощью *post hoc* анализа с применением поправки Бонферрони.

Анализ динамики продемонстрировал, что существуют значимые изменения между типами заданий, $F(2.45, 22.07) = 20.22$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .692$, а также, что есть взаимодействие между типом задания и этапом, $F(5.14,$

46.24) = 2.52, $p = .041$, $\eta_p^2 = .219$. Значимых различий в этапах решения обнаружено не было, $F(3.78, 34.06) = 0.79$, $p = .535$, $\eta_p^2 = .08$. При более подробном изучении оказалось, что этапы в тренировочной серии отличаются друг от друга, $F(4.63, 106.38) = 8.92$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .28$, демонстрируя постепенное снижение времени реакции на зонд (1 и 10 этапы: $t(23) = 4.97$, $p < .001$, $r = 0.578$). Подобный результат был получен и для задания на продуцирование гипотез, $F(5.37, 144.87) = 2.45$, $p = .033$, $\eta_p^2 = .083$. Время реакции при его выполнении также снижалось (1 и 9 этапы: $t(27) = 2.74$, $p = .011$, $r = 0.247$), рост времени реакции на последних этапах отсутствует (9 и 10 этапы: $t(27) = -1.03$, $p = .312$, $r = -0.108$). Этапы решения не отличались у задач с простым, $F(5.65, 79.13) = 1.48$, $p = .201$, $\eta_p^2 = .095$ и сложным, $F(3.55, 67.38) = 2.52$, $p = .056$, $\eta_p^2 = .117$ изменением репрезентации (Рисунок 10).

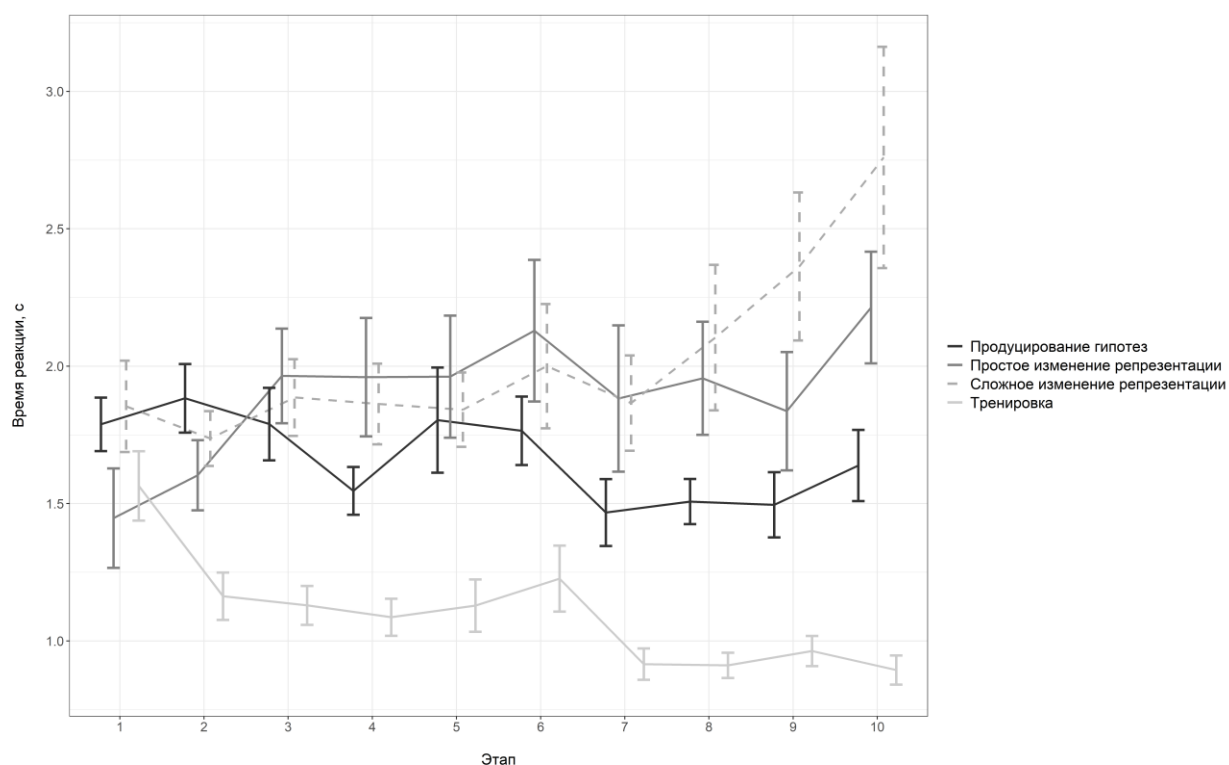


Рисунок 10. Время реакции на задание-зонд во время выполнения заданий из тренировочной и экспериментальной серий. Вертикальными линиями отмечена стандартная ошибка (SE)

Сравнение последних этапов решения показало, что 9 этап отличается между всеми типами заданий. Время реакции на задание-зонд в задачах с простым изменением репрезентации значимо выше, чем в условии с продуцированием гипотез, $t(14) = 2.28$, $p = .039$, $r = 0.417$, но ниже, чем в условии с решением задач со сложным изменением репрезентации, $t(18) = 2.85$, $p = .011$, $r = 0.426$. Время реакции на задание-зонд в задачах со сложным изменением репрезентации значимо выше, чем в условии с решением задач с простым изменением репрезентации, $t(12) = 2.56$, $p = .025$, $r = 0.392$. Однако на 10 этапе время реакции не отличается между задачами с простым и сложным изменением репрезентации, $t(12) = 0.93$, $p = .369$, $r = 0.151$. При этом время реакции на зонд в условии продуцирования гипотез значимо ниже, чем при решении задач с простым, $t(14) = 3.08$, $p = .008$, $r = 0.492$, и сложным изменением репрезентации, $t(18) = 2.73$, $p = .014$, $r = 0.37$.

Мы также провели ANOVA с повторными измерениями с коррекцией Гринхауса-Гайссера, чтобы выяснить, отличается ли динамика выполнения задач с простым и сложным изменением репрезентации между собой. Результат оказался незначимым, $F(1, 12) = 0.197$, $p = .665$, $\eta_p^2 = .016$. Мы решили объединить имеющиеся данные в единую структуру, усреднив между собой этапы выполнения задач с изменением репрезентации (рисунок 11). При анализе усредненных данных мы выяснили, что есть значимые изменения между этапами решения, $F(4.23, 93.11) = 3.09$, $p = .018$, $\eta_p^2 = .123$. Оказалось, что время реакции на зонд возрастает на 10 этапе по сравнению с 7 этапом, $t(22) = 2.91$, $p = .008$, $r = 0.33$. Различия во времени реакции между 9 и 10 этапами незначимы, $t(22) = 1.72$, $p = .099$, $r = 0.217$.

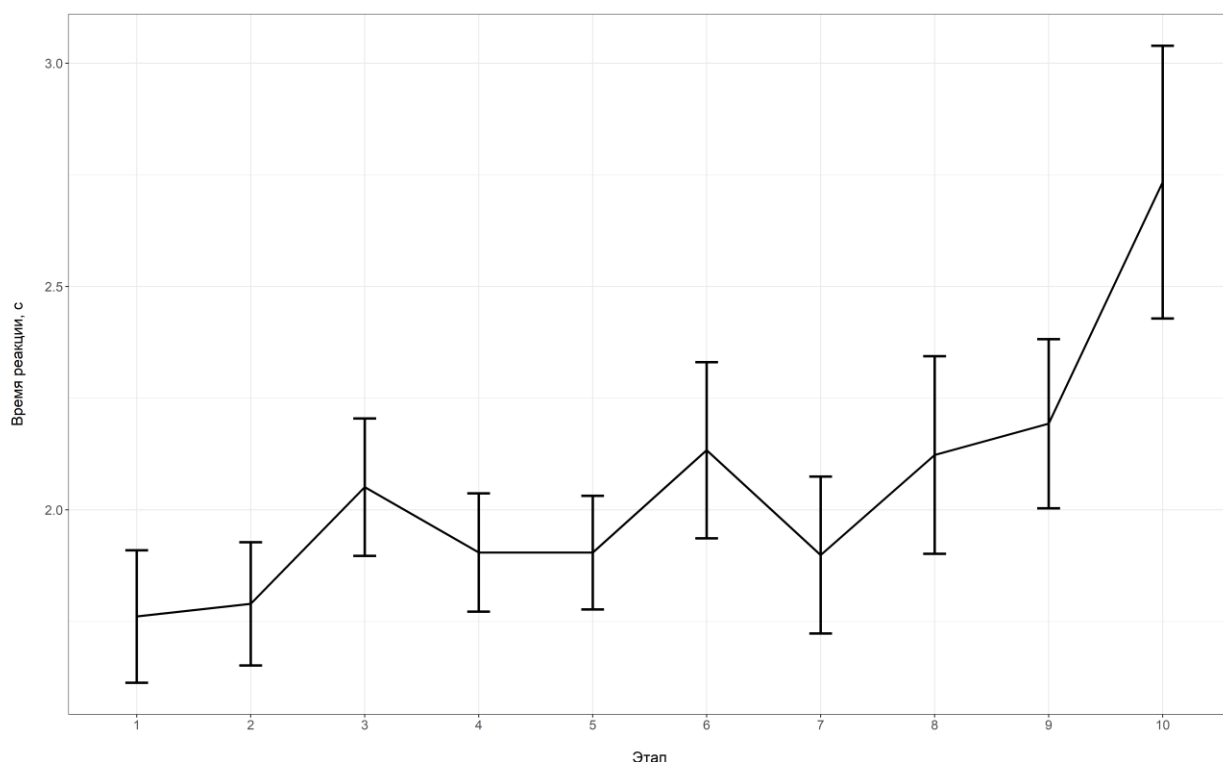


Рисунок 11. Время реакции на задания-зонды при решении задач с изменением репрезентации (время реакции усреднено внутри этапа вне зависимости от типа задачи). Вертикальными линиями отмечена стандартная ошибка (SE)

Мы также сравнили время реакции на 9 и 10 этапе в задачах на продуцирование с усредненными задачами с изменением репрезентации. Задачи с изменением репрезентации продемонстрировали значимо более высокое время реакции в обоих случаях (сравнение 9 этапов: $t(21) = 3.12, p = .005, r = 0.45$; сравнение 10 этапов: $t(21) = 3.39, p = .003, r = 0.405$).

5.5. Обсуждение

Наши изначальные ожидания относительно возможного результата состояли в том, что в творческих заданиях, требующих изменения репрезентации (инсайтных задачах), наблюдается рост загрузки управляющих функций на последнем этапе решения задач. А также мы ожидали, что в творческих

заданиях, требующих изменения репрезентации, (инсайтных задачах) наблюдается более высокая степень загрузки управляющих функций, чем в творческих заданиях, не требующих изменения репрезентации. Данные предположения в целом подтвердились, однако ответ требует значительных уточнений.

Мы выявили, что задания на продуцирование гипотез в целом менее требовательны к ресурсам рабочей памяти, чем инсайтные задачи, требующие различной степени переструктурирования, что, в частности, проявляется на последних этапах решения. Более того, загрузка рабочей памяти в заданиях на продуцирование гипотез снижается по мере их выполнения, что отличается от типичного результата, получаемого при решении других типов задач, в которых наблюдается рост загрузки. Возможно, снижение загрузки рабочей памяти связано с уменьшением участия управляющих функций в задании на креативность, поскольку задание требует семантической активации различных доменов знания в начале выполнения, а затем требуется только извлечение необходимых узлов из активированных доменов знания. Такая активность может быть доведена до автоматизма и не требует активного участия управляющих функций. В решении неинсайтных задач обычно наблюдается обратная картина – повышение загрузки рабочей памяти, особенно в третьей четверти времени решения, что можно связать с накоплением промежуточных вычислений и необходимостью выполнять большое количество операций (Korovkin et al., 2014; Владимиров и др., 2016). Тот факт, что в условиях с генерацией идей наблюдается обратный паттерн динамики по сравнению с инсайтными задачами, говорит о том, что процесс решения инсайтных задач не может быть объяснен исключительно процессами порождения гипотез, то есть исключительно процессами, с которыми связывают креативность. Задание на продуцирование гипотез не включает в себя такие компоненты решения, как обратная связь, корректировка выполняемой деятельности, верификация, мониторинг прогресса и т.д. Генерирование идей

представляет собой выполнение рутинной операции, без необходимости переключения на иные процессы. Таким образом, отсутствие подъема в загрузке рабочей памяти в условии с продуцирование гипотез при наличии такого подъема в заданиях с изменением репрезентации говорит в пользу нашей идеи, что на последних этапах инсайтные задачи требуют активного участия высокоуровневых процессов, таких как управляющие функции.

В то же время мы ожидали, что рост загрузки рабочей памяти в инсайтных задачах будет наблюдаться только на последнем, 10 этапе, однако постепенный рост загрузки начинается задолго до этого, с 7 этапа. Предполагать, что весь этот рост доли участия управляющих функций в решении инсайтных задач связан только с процессом изменения репрезентации нельзя, поскольку длительность временного отрезка с 7 этапа до конца решения достаточно велика, и этот отрезок значительно превышает необходимое на построение репрезентации время. По всей видимости, управляющие функции в решении инсайтных задач участвуют и в ряде других процессов. К таким процессам можно отнести анализ текущей репрезентации, поиск и использование имеющихся эвристик и стратегий анализа задачи, выдвижение и проверка гипотез, изучение свойств ситуации задачи, её отдельных элементов и цели, изменение критериев достижения цели и т.д. В дальнейшем требуются исследования, направленные на изучение изолированного влияния этих функций.

Мы не обнаружили значимых различий между загрузкой рабочей памяти на последнем 10 этапе в задачах на простое и сложное изменение репрезентации. При этом визуальное представление данных на графиках показывает предсказанный нами тренд. Отчасти это связано с тем, что значительная часть задач не включается в итоговый анализ для повторных измерений и итоговый размер выборки становится достаточно маленьким, чтобы выявлять небольшие различия. Так же это возможно из-за особенностей процедуры, в частности из-за подбора задач. К тому же, как говорилось выше, загрузка

управляющих функций в решении инсайтных задач связана со многими высокоуровневыми процессами. Но, несмотря на негативный результат в сравнении двух данных типов задач, мы можем утверждать, что те требования, которые предъявляет процесс решения инсайтной задачи к рабочей памяти, существенно выше, чем просто требования процесса генерации гипотез.

Таким образом, как и предполагалось, мы показали, что процесс решения инсайтных задач включает активное участие управляющих процессов по сравнению с заданиями на креативность, в которых не требуется изменение репрезентации задачи. Эти данные говорят в пользу того, что в процессе изменения репрезентации задействованы высокоуровневые процессы в виде управляющих функций. В то же время высокоуровневые процессы, по всей видимости, выполняют и другие, кроме построения новой репрезентации, функции. К таким функциям можно отнести и анализ имеющейся репрезентации, и поиск эвристик и стратегий решения, а также другие процессы. На наш взгляд, несмотря на то что изменение репрезентации не является единственной причиной, обуславливающей рост загрузки рабочей памяти, оно играет ключевую роль в решении инсайтных задач. А управляющие функции, в свою очередь, могут играть важную роль в изменении репрезентации в инсайтных задачах.

Выводы по главе

5.1. Решение инсайтных задач включает в себя участие управляющих процессов, что проявляется в росте загрузки управляющих функций по сравнению с заданиями на продуцирование гипотез. Управляющие функции, обеспечивают процесс изменения репрезентации. В инсайтных задачах наблюдается более высокая общая степень загрузки управляющих функций, чем в творческих заданиях, не требующих изменения репрезентации.

5.2. Загрузка управляющих функций распределена по времени решения инсайтной задачи неравномерно – рост загрузки управляющих функций

наблюдается на заключительных этапах решения инсайтных задач. В то же время при выполнении заданий на продуцирование гипотез (заданий на креативность) наблюдается обратный паттерн участия управляющих функций, что говорит о невозможности объяснения заключительных этапов решения инсайтных задач только через креативные процессы активации семантических сетей.

ГЛАВА VI. ЭКСПЛИЦИРУЕМЫЕ СТРУКТУРЫ В РЕШЕНИИ ИНСАЙТНЫХ ЗАДАЧ

6.1. Постановка проблемы

Отправной точкой для экспериментальной аргументации в пользу предложенной модели роли мыслительных схем в инсайтном решении для нас является демонстрация того, что в решении малых творческих (инсайтных) задач могут использоваться эксплицируемые структуры. Под эксплицируемыми структурами мы понимаем любые психологические средства, которые могут быть использованы для эффективного решения инсайтных задач. Термин «экспликация» используется здесь нами в логико-философском смысле как перевод неявных интуитивных представлений в доступный сознательному оперированию вид. Необходимость доказательства данного факта вытекает из ставшего общим после работ К. Дункера (1965) положения о том, что решение инсайтной задачи укоренено в содержании самой задачи, в особенности в способе её представления, вследствие чего перенос между задачами невозможен. Предложенная нами модель предсказывает обратное, то есть что перенос при решении инсайтных задач возможен, в первую очередь благодаря, выделению и абстрагированию из задачи средств её решения. Проблема изучения абстрагирования средств при решении инсайтных задач обычно рассматривается в контексте исследований высокоуровневых процессов в решении задач и в контексте механизмов переноса.

Традиционный взгляд на проблему использования психологических средств при решении инсайтных задач состоит в том, что творческий процесс носит неуправляемый со стороны сознания характер. В качестве основных аргументов для этого тезиса приводятся данные о невозможности дать вербальный отчет о ходе решения (Schooler, Ohlsson, Brooks, 1993), отсутствие осведомленности о приближении к решению инсайтной задачи (Metcalf, 1986; Metcalfe, Wiebe, 1987). В течение инкубационного периода субъектив-

но решатель не может отчитаться о каких-либо процессах решения даже непосредственно перед появлением решения. Это порождает целый ряд гипотез о неконтролируемых механизмах инсайтного решения: случайное поступление информации (Seifert et al., 1995), забывание неверных решений или ослабление силы установки (Simon, 1977; Ohlsson, 1992), активация семантических сетей (Sio, Rudowicz, 2007), неосознаваемая переработка информации (Аллахвердов, 2006; Пономарёв, 1976; Dijksterhuis, Nordgren, 2006), спонтанное реструктурирование репрезентации (Luo, Niki, Knoblich, 2006) и т.д. Так или иначе, все перечисленные модели исходят из представления о том, что сознательная регуляция в ходе решения творческих задач не осуществляется. Кроме того, еще одним аргументом в пользу традиционного представления является невозможность прямого переноса принципа решения с одной творческой задачи на другую, изоморфную по структуре (Дункер, 1965; Спиридонов, Логинов, 2017), и крайняя неэффективность прямых вербальных подсказок в форме эвристик, например «выйти за пределы квадрата» в задаче «9 точек» (Weisberg, Alba, 1981a).

Однако в последнее время накапливаются данные о том, что в ходе решения творческих задач имеется информация, доступная сознанию, которая может использоваться в качестве источника знаний для метакогнитивных процессов. Так, например, наблюдения за принятием решений в реальных условиях в рамках экологического подхода демонстрируют наличие сигналов эмоциональной системы о выборе решения до того (или даже вместо того) как выбор был сознательно обоснован (Klein, 2004). Исследования в рамках парадигмы научения, основанного на эмоциях (Turnbull, Bowman, Shanker, Davies, 2014), демонстрируют, что эмоциональные предпочтения при выполнении заданий Iowa Gambling Task (оценка карточных колод как «хороших» и «плохих») формируются за несколько проб до обнаружения принципа формирования колод (Maia, McClelland, 2004). Предположение, что эти эмоциональные предпочтения влияют на последующее осознание принципа, до-

казывается тем фактом, что эмоциональные предпочтения колод как элементов задачи, не связанные с процессом научения, также влияют на принятие решения (Hinson, Whitney, Holben, Wi, 2006).

Эти результаты используются как подтверждение теорий двух систем: системы быстрого и медленного мышления (Канеман, 2014), «горячего» и «холодного» познания (Brand, 1985; Roiser, Sahakian, 2013), сознания и бессознательного (Аллахвердов, 2006). В исследованиях процесса решения творческого мышления теория двух систем развивается как сигнальная теория инсайта (Валуева, 2015; Валуева, Ушаков, 2015). Основная идея сигнальной теории может быть сформулирована в общих чертах следующим образом: инсайт (ага-переживание) является результатом сигнала неосознаваемой системы сознанию об обнаружении возможного решения в семантической памяти, в то время как основная задача сознательной системы состоит в проверке найденного решения. Наличие ложных сигналов, по-видимому, является признаком зависимости нахождения правильного решения от совместной работы обеих систем. Работа неосознаваемой системы может давать сбой и подавать неверные сигналы, например, это можно наблюдать на примере феномена «чувства на кончике языка» (Schwartz, Metcalfe, 2010; Smith, 1994).

В последнее время также появляются данные о том, что эмоции в ага-переживании могут выполнять и другие функции кроме сигнальной. В частности, А. Данек предполагает, что ага-переживание выполняет функцию эмоционального прайминга на будущее, то есть маркирования решения для повышения вероятности его последующего воспроизведения (припоминания) (Danek et al., 2013). Кроме того, ага-переживание сопровождается еще и другим метакогнитивным чувством – чувством правильности решения, сопровождающее возникновение интуитивного ответа в сознании. При слабой уверенности задача будет аналитически анализироваться дольше, что повышает вероятность пересмотра решения (Thompson, Prowse Turner, Pennycook, 2011). Выявлена интересная связь между инсайтностью и правильностью

решения: инсайтные решения оказываются чаще правильными, поскольку, как полагают авторы, инсайтные решения появляются в сознании целиком, а аналитические могут строиться на догадках, и их решение может быть преждевременно остановлено (Salvi, Bricolo, Kounios, Bowden, Beeman, 2016).

В то же время, имеются данные, противоречащие традиционным представлениям о том, что ага-переживание однозначно связано с нахождением решения (инсайтом). Например, в ходе решения наблюдаются так называемые «ложные инсайты», которые, в некоторой степени отличаются по набору своих метакогнитивных компонентов от «истинных инсайтов», в особенности параметрами удовольствия, внезапности и определенности (Dane, Wiley, 2017). Сравнение между собой не инсайтных и неинсайтных задач, а инсайтных и неинсайтных (аналитических) решений приводит к результатам, противоречащим данным Дж. Меткалф (Metcalf, 1986; Metcalf, Wiebe, 1987). Чувство близости к решению (чувство теплоты) не различается в инсайтных и неинсайтных решениях (Hedne, Norman, Metcalf, 2016), но в инсайтных решениях выше оценки по таким субъективным компонентам, как правильность и уверенность в решении. Таким образом, с одной стороны ага-переживание как метакогнитивное (интеллектуальное) чувство неоднозначно связано с решением, однако такие его субъективные компоненты, как уверенность, удовольствие, определенность, могут быть связаны с правильностью решения, что говорит о наличии связи высокоуровневых процессов с реальным процессом решения творческой задачи.

В то же время, неспецифический подход, в рамках которого постулируется отсутствие каких-либо существенных различий между творческими и аналитическими процессами (Weisberg, 2015; Kaplan, Simon, 1990) использует идею высокоуровневых эвристик, которая основывается на использовании когнитивной оценки продвижения в задачном пространстве и приближения к цели. Вопреки идее о невозможности оценить приближение к цели в инсайтных задачах с помощью оценки «теплоты», Дж. МакГрегор,

Т. Ормерод и Э. Кроникл (MacGregor et al., 2001; Ormerod et al., 2002) продемонстрировали, как может использоваться эвристика мониторинга приближения к цели в классических инсайтных задачах на примере решения задач «9 точек» и «8 монет». Чувства в рамках данного подхода рассматриваются как дополнительные средства управления процессом решения: инициация и остановка процесса решения, переключение между задачами (Simon, 1967); а также управления вниманием и принятия или непринятия итогового решения (Виноградов, 1979). Однако прорыв в решении (преодоление тупика) в рамках данного подхода происходит не в результате эмоционального сигнала, а в результате метакогнитивной оценки исчерпания всех возможных решений в рамках построенной репрезентации (MacGregor et al., 2001), а, следовательно, процесс решения напрямую зависит от управления решением на основе метакогниций.

Однако наиболее современные данные показывают невозможность построения полной и адекватной высокоуровневой модели решения творческой задачи. В ряде исследований наблюдается расхождение между объективным и субъективным измерениями состояния тупика (Владимиров, Маркина, 2017). С одной стороны, решатель субъективно может не испытывать чувство фрустрации от фактического нахождения в тупике из-за хождения по кругу, повторения одних и тех же решений (Bilalić et al., 2008b; Fedor et al., 2015; Jones, 2003). С другой стороны, объективное преодоление тупика, которое, например, состоит в изменении зрительных зон интереса, не сопровождается ни предварительным эмоциональным сигналом, ни непосредственным осознанием самого факта изменения стратегии (Ellis, 2012).

Таким образом, на сегодняшний день не существует единой картины того, каким образом высокоуровневые процессы могут быть включены в процесс решения творческих задач. С одной стороны, существуют данные о том, что решение творческих задач происходят без участия (или при минимальном участии) высокоуровневых процессов. С другой стороны, множе-

ство косвенных данных показывают, что на разных этапах решения возникает информация, которая может быть использована в качестве материала высокоуровневого управления решением для оценки правильности решения, необходимости смены стратегии, внимательного анализа текста задачи и необходимости перепроверки решения.

Проблема переноса в решении

Проблема выявления эксплицируемых структур в решении задач тесно связана с исследованиями явления переноса и аналогий в задачах. Тот факт, что решатель способен научиться решать определенные задачи интерпретируется с той точки зрения, что у него формируется определенные знания, формирующие экспертный опыт решения задач (Gick, Holyoak, 1980). Этот опыт может быть перенесен благодаря индукции или абстрагированию схемы задачи (Gick, Holyoak, 1983; Selz, 1913). Факт наличия переноса может быть проинтерпретирован как подтверждение теории мыслительных схем. Однако, в доказательстве существования переноса возникают проблемы. Перенос схемы решения одной рутинной задачи на другую имеет ряд затруднений и сложностей, что имеет важные существенные последствия для педагогики, а спонтанный перенос в решении творческих задач, как показано в ряде исследований, почти невозможен или значительно затруднен (см. обзор: Спиридонов, Логинов, 2017). При решении творческих задач перенос как стратегий, так и декларативного знания происходит лишь в незначительной степени. В исследовании Р. Вейсберга и коллег предварительное предъявление попарных ассоциаций с подсказкой (ассоциация свеча–коробка) не повышало успешности последующего решения дункеровской задачи со свечей (Weisberg, Dicamillo, Phillips, 1978). В то же время, ряд данных говорит в пользу существования переноса по аналогии при решении творческих задач. М. Гик и К. Холиоук (Gick, Holyoak, 1983) попытались увеличить успешность абстрагирования схемы задачи с помощью различных способов. С од-

ной стороны, не увенчались успехом попытки повысить эффективность переноса с помощью инструкции подвести итоги после каждого задания, не были эффективны ни вербальные формулировки принципов, лежащих в основе решения, ни представление принципа решения в виде диаграмм. С другой стороны, эффективность переноса повышалась в том случае, когда испытуемые знакомились с двумя аналогами до решения основной задачи и находили в них сходства. Качество индуцированной схемы было напрямую связано с эффективностью переноса. В целом, можно говорить о том, что эффективность переноса является не просто функцией прошлого опыта, а именно мыслительных схем.

Традиция изучения переноса и аналогий при решении творческих (инсайтных) задач выявила три основных признака, на которые решатель опирается при совершении переноса решения с одной задачи на другую: сходство внешних признаков (Chen, 1995; Zamani, Richard, 2000), сходство внутренней структуры задачи (Day, Goldstone, 2011) и сходство контекстов, в которых задачи предъявляются (Lee, Betts, Anderson, 2015; Solomon, 1994).

Эффективный перенос, как показано в большой группе исследований, осуществляется на основе совпадения большого числа внешних поверхностных признаков задачи (Gentner, Rattermann, Forbus, 1993; Holyoak, Koh, 1987; Ross, 1984). Однако если базовые задания нерелевантны целевой задаче, то поверхностное сходство не влияет на перенос (Gick, Holyoak, 1983; Quilici & Mayer, 1996; Reed, 1989). А в том случае, когда поверхностные признаки играют иные роли в аналоге и в целевой задаче, перенос может затрудняться (Gentner, Toupin, 1986; Medin, Ross, 1989). Фактор поверхностного сходства аналогов может быть дополнен сходством целей, которое может быть легко доступно для решателей. Высокая доля сходства целей в аналогичных задачах ведет к повышению эффективности переноса (Zamani, Richard, 2000; Gentner, 1983; Gick, Holyoak, 1983; Holyoak, 1985; Novick, 1988; Ross, 1984, 1987).

Сходство внутренней структуры двух изучаемых задач в совокупности с поверхностными признаками задает параметр «расстояние переноса» (Barnett, Ceci, 2002; Detterman, 1993). Перенос может быть близким, т.е. основанным на заметном сходстве структур задач благодаря поверхностному сходству, или далеким, т.е. основанном только на внутреннем сходстве структур (схем) задач. Как было показано, спонтанный далекий перенос, т.е. не направляемый прямыми указаниями экспериментатора о необходимости поиска сходства между двумя задачами, практически невозможен (Barnett, Ceci, 2002; Day, Goldstone, 2011; Detterman, 1993).

Традиционное представление о механизмах переноса решения с одной задачи на другую основано на понятии абстракции схем, однако до конца не ясно какие именно схемы позволяют совершать перенос – схемы ситуации задачи (Gick, Holyoak, 1983) или процедурные схемы (Gentner, Loewenstein, Thompson, 2003). Схема ситуации задачи может кодировать необходимую для решения задачи информацию в долговременной памяти, в то время как схемы процедуры решения могут обеспечивать в общем виде стратегию применения этого знания к решению новой задачи (Novick, Holyoak, 1991). Оба вида схем могут быть чувствительны к формату их кодирования, что, по-видимому, обеспечивает влияние поверхностного сходства на перенос (Kurtz, Loewenstein, 2007). Р. Локхарт, М. Ламон и М. Гик (Lockhart, Lamon, Gick, 1988) продемонстрировали, что предыдущий опыт может улучшать решение инсайтных задач, однако этот опыт должен включать в себя не столько простую активацию нужных элементов в памяти, сколько процессы концептуальной обработки. В серии экспериментов, в которых за некоторое время до решения инсайтных задач предъявлялись предложения, включавшие правильные ответы, было показано, что эффект улучшения наблюдается только в тех условиях, когда испытуемые сначала получают неоднозначную формулировку с последующим правильным ответом, чем в условии, когда изначально предъявляются однозначные правильные трактовки. Авторы исследо-

вания предполагают, что источником переноса является не актуализация информации, а процессы концептуализации, которые активируются в момент замешательства и последующего понимания, что возможны различные трактовки текста задачи. Авторы теории продвижения к цели и мониторинга прогресса также выдвигают на первый план механизмы переноса на основе процедур решения (Ormerod, MacGregor, 2017). По их мнению, ключевым моментом в анализе аналогичного материала является не индукция схемы репрезентации задачи, а провал в использовании стандартного критерия продвижения к цели. Они показали, что отказ от изначального критерия в базовой задаче способствует спонтанному переносу по аналогии не только в поверхностно схожей задаче, но также и в глубинно изоморфной задаче без поверхностного сходства и даже в неизоморфной задаче. Таким образом, содержание задачи может не играть той роли, о которой говорится в теориях индукции схемы репрезентации задач, а важнейшую роль играет выбор правильной стратегии на основе понимания цели и выбора подходящего критерия для её достижения.

Таким образом, можно выделить три основные теоретические идеи об основаниях для переноса. Перенос может быть основан на прямой активации знаний в семантической памяти, на выделении схем процедуры решения и на индукции структуры ситуации задачи. Теоретический анализ показывает, что именно последние два типа интерпретаций получают наибольшую поддержку данными, указывая на необходимость мыслительных схем в переносе, в том числе при решении творческих задач.

Основной методикой изучения переноса, основанного на аналогии, при решении инсайтных задач является последовательное решение двух задач (Catrambone, Craig, Nersessian, 2006; Day, Goldstone, 2011; Gick, Holyoak, 1980; Reeves, Weisberg, 1994). Одна задача (в некоторых исследованиях – история, в которой фактически предлагается готовое решение) выполняет функцию базовой задачи, на основе которой должна происходить абстракция

схемы задачи. Вторая задача является целевой, на которую должен быть перенесен опыт, приобретенный в ходе решения базовой задачи. Трудности переноса, наблюдаемые в исследованиях, могут быть также связаны с самой исследовательской процедурой. К. Куртц и Дж. Лёвенштейн (Kurtz, Loewenstein, 2007) продемонстрировали, что традиционная парадигма исследования переноса, в которой сначала рассказывается некоторая история, содержащая структуру решения задачи, а потом дается целевая инсайтная задача, изоморфная по структуре первоначальной истории, недостаточно эффективна для выявления переноса. Они показали, что эффективность выявления изоморфности структур задачи и предварительной истории выше, если решатель сравнивает две целевые, хотя и нерешенные задачи. По мнению авторов, сравнение задач между собой влияет на кодирование задачи и изменяет способы извлечения имеющейся информации из памяти. При этом из памяти извлекается не способы решения (поскольку задачи еще не решены), а схема репрезентации задачи.

Как мы видим, парадигма исследований, построенных только на паре заданий, имеет ряд недостатков. Ответ на вопрос о том, как формируется экспертность, может быть получен благодаря исследованию механизмов переноса на материале решения классов задач (Спиридонов, 2013, 2019), поскольку абстрагирование схемы задачи должно иметь множество примеров. В связи с этим мы спланировали исследование¹⁰, в котором попытались изучить аспекты переноса в решении творческих задач на материале множества задач, относящихся к одному классу.

6.2. Материал исследования. Задачи «Что? Где? Когда?»

В данном исследовании в качестве творческих задач мы использовали задания, выбранные из базы вербальных вопросов и задач спортивного «Что?

¹⁰ Исследование спланировано и проведено совместно с В. Оганесяном

Где? Когда?»¹¹. Среди экспертов в области интеллектуальных соревнований (Поташев, 2011) считается, с одной стороны, что задания «Что? Где? Когда?» являются разновидностью творческих задач, а с другой стороны, что решению таких задач, в принципе, можно научиться и развить этот навык до уровня экспертности. Практика интеллектуальных соревнований «Что? Где? Когда?», развитая на пост-советском пространстве и среди русскоязычной интеллигенции дальнего зарубежья, представляет собой регулярные турниры между командами, состоящими из 6 игроков на протяжении длинного (около года) сезона. Среди игроков, считается, что составляющими в успешности игры являются творческое мышление, широкий кругозор и командная игра. Вынося за скобки групповой характер данной игры, который может стать предметом для других исследований, мы сосредоточим свое внимание только на противопоставлении творческого мышления и кругозора (большой объема знаний). В среде игроков в «Что? Где? Когда?» принято считать, что успех напрямую зависит от количества тренировок, то есть связан с некоторыми умениями и навыками, а также опытом в целом. И если для развития широкого кругозора, действительно требуются достаточно большие знания в специфических областях, таких, например как классическая литература, афоризмы, крылатые фразы и устойчивые выражения, компьютерные игры и голливудские фильмы, греческая и римская мифология, биографии известных личностей и т.д., то каким образом тренировки и регулярное участие в играх связаны с творческим мышлением до конца не понятно.

Задачи, используемые в спортивной версии «Что? Где? Когда?», используют различные механизмы введения решателя в заблуждение, и обычно выделяется более десятка видов заданий¹². Однако, важной особенностью таких заданий является то, что они подразумевают единственный правильный

¹¹ База вопросов «Что? Где? Когда?» <https://db.chgk.info/>

¹² На сайтах любителей спортивного «Что? Где? Когда?» можно найти методические пособия для подготовки команд и игроков в виде неизданных рукописей, например, Рогачев А.М. Как играть в «Что? Где? Когда?» <https://dinabank.livejournal.com/582864.html>

ответ на вопрос, который, в идеале, должен однозначно встраиваться в условия задачи (как говорят игроки «щёлкать»).

Не существует также и однозначного способа решения таких задач (способа «взять вопрос»), однако обычно описывают более десятка способов анализа задания («раскрутки вопроса»). К таким способам, например, относятся анализ странностей в формулировке, поиск сильных ассоциаций, использование стандартных ответов или крылатых фраз и многие другие. Все это позволяет нам рассматривать задания из базы игры в «Что? Где? Когда?» в качестве инсайтных задач в соответствии с данным в нашей работе определением.

На основе предварительных экспертных оценок мы разделили вопросы на домен-специфические (требующие специальных знаний) и домен-неспецифические (не требующие специальных знаний) задачи. В качестве творческих (инсайтных) задач мы использовали домен-неспецифические задачи, в серии которых должен, по нашему мнению, осуществляться процесс переноса. В качестве контрольного материала использовались домен-специфические задачи, поскольку они в большей степени опираются не на механизмы анализа построения репрезентации задачи, а на извлечение знаний из долговременной памяти в соответствии с однозначной интерпретацией начальной репрезентации. Экспертами, которые осуществляли сортировку заданий, являлись опытные игроки в спортивную игру «Что? Где? Когда?».

Далее приведены примеры задач, использованных в нашем исследовании. Более полный список задач представлен в приложении 1. Домен-специфическая задача: «Виктор Шкловский, описывая ветхозаветную миниатюру, приписывает Богу слова: "Брось, не надо, я пошутил". Назовите обоих людей, присутствующих на этом изображении», ответ: Авраам и Исаак. Как мы видим для решения данной задачи решателю необходимо обладать знаниями о ветхозаветной легенде о жертвоприношении Авраама, на основе ко-

торых должен дополнить начальную ситуационную модель задачи до полной картины.

Домен-неспецифическая задача: «Территория Минского района граничит с девятью соседними районами: Дзержинским, Молодечненским, Логойским, Смолевичским, Червенским, Вилейским, Пуховичским, Воложинским, Узденским и... И каким ещё?», правильный ответ: никаким, в вопросе уже были перечислены 9 районов. Для решения данной задачи от решателя не требуется обладать специальными знаниями о районах, с которыми граничит Минский район в Беларуси.

6.3. Эксперимент

Мы провели эксперимент, в котором проверялась эффективность научения при решении длинной серии инсайтных задач. С помощью предъявления длинной серии изоморфных задач, растянутой по времени, мы предполагали наблюдать перенос стратегий при решении домен-неспецифических инсайтных задач. Тем самым, в качестве эксплицируемого знания мы рассматривали формирование процедурных схем.

Целью данного эксперимента является проверка возможности формирования научения в решении творческих задач на основе длинной серии задач.

Гипотезы: В решении длинной серии инсайтных задач наблюдается научение решению, что проявляется в постепенном увеличении эффективности решения (числа правильно решенных задач). Научение в большей степени формируется в серии домен-неспецифических задач, поскольку в них требуется только научение решению задач, и не требуется усвоение новых знаний из разнообразных специальных областей.

Для проверки предположений был проведен эксперимент с использованием внутрииндивидуального дизайна исследования с двумя независи-

ми переменными (этап, тип задачи) и одной зависимой переменной (эффективность решения).

Методика

Выборка

Выборку исследования составили 10 испытуемых (4 женщины) в возрасте от 18 до 45 лет ($M = 26,1$, $SD = 10.8$). Все испытуемые проходили эксперимент индивидуально и добровольно, участие в эксперименте не оплачивалось.

Стимульный материал

Для данного исследования были использованы домен-специфические и домен-неспецифические задания из базы вопросов «Что? Где? Когда?» среднего уровня сложности. Тип задания определялся тремя экспертами, обладающими опытом игры в спортивное «Что? Где? Когда?». К домен-специфическим заданиям относились вопросы, в которых, по мнению экспертов, требуются знания из специальной области. К домен-неспецифическим заданиям были отнесены те вопросы, для которых, по мнению экспертов, достаточно общедоступных знаний. Всего, в общей сложности, было использовано 560 задач, по 280 задач каждого вида. Стимульный материал предъявлялся в текстовом формате.

Процедура

На протяжении 15 недель каждый испытуемый 28 раз решал набор из 20 задач (в среднем около двух раз в неделю). Каждый набор состоял из 10 домен-специфических и 10 домен-неспецифических творческих задач. Таким образом, в сумме за весь эксперимент каждый испытуемый решал 560 задач (280 из которых — домен-специфические, а остальные — домен-неспецифические).

На решение каждой задачи испытуемому давалась 1 минута. Если испытуемый не смог решить за минуту предъявленную задачу, то ответ ему не сообщался. Далее испытуемый переходил к следующей задаче. Задачи предъявлялись в случайном порядке. В результате решения каждого набора заданий каждым испытуемым подсчитывалось количество правильно решенных задач.

Дополнительным источником для анализа стали протоколы вербальных ответов на вопрос о том, как испытуемые решают подобные задачи. Опрос проводился с периодичностью примерно 1 раз в неделю. Всего было собрано 133 ответа, по 13-14 ответов на каждого испытуемого.

6.4. Результаты

Для обработки результатов был использован двухфакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями, в котором в качестве факторов выступали тип задачи и этап решения. Чтобы уменьшить количество *post hoc* сравнений, мы разделили все 28 серий на два этапа по 14 серий для анализа динамики.

На рисунке 8 приведена средняя по всем испытуемым динамика эффективности решения задач в зависимости от этапа научения. На рисунке 9 приведена средняя по всем испытуемым динамика эффективности решения задач в первой и второй половине эксперимента.

В ходе проведенного анализа было выявлено, что тип задачи значимо влияет на успешность решения ($F(1,9) = 139.7$, $p < 0.001$, $\eta^2_p = 0.939$). В целом, домен-неспецифические задачи ($M = 4.3$, $SD = 0.9$) решаются в эксперименте значимо эффективнее, чем домен-специфические ($M = 1.9$, $SD = 0.8$) (рисунок 8). Выявлено влияние этапа на успешность решения задачи: первый этап (с 1 по 18 пробы) ($M = 2.4$, $SD = 0.9$) решался менее успешно, чем второй этап (с 15 по 28 пробы) ($M = 4$, $SD = 2.3$) (рисунок 9), что в целом подтверждает наличие переноса ($F(1,9) = 125.3$, $p < 0.001$, $\eta^2_p = 0.933$). Кроме этого,

выявлено взаимодействие факторов этапа решения и типа ($F(1,9) = 109.6, p < 0.001, \eta^2_p = 0.924$). Это подтверждает нашу гипотезу о том, что в разных типах задач научение происходит с различной успешностью. Эффективность решения домен-неспецифических задач растет, в то время как эффективность решения домен-специфических задач остается в целом на одном и том же уровне.

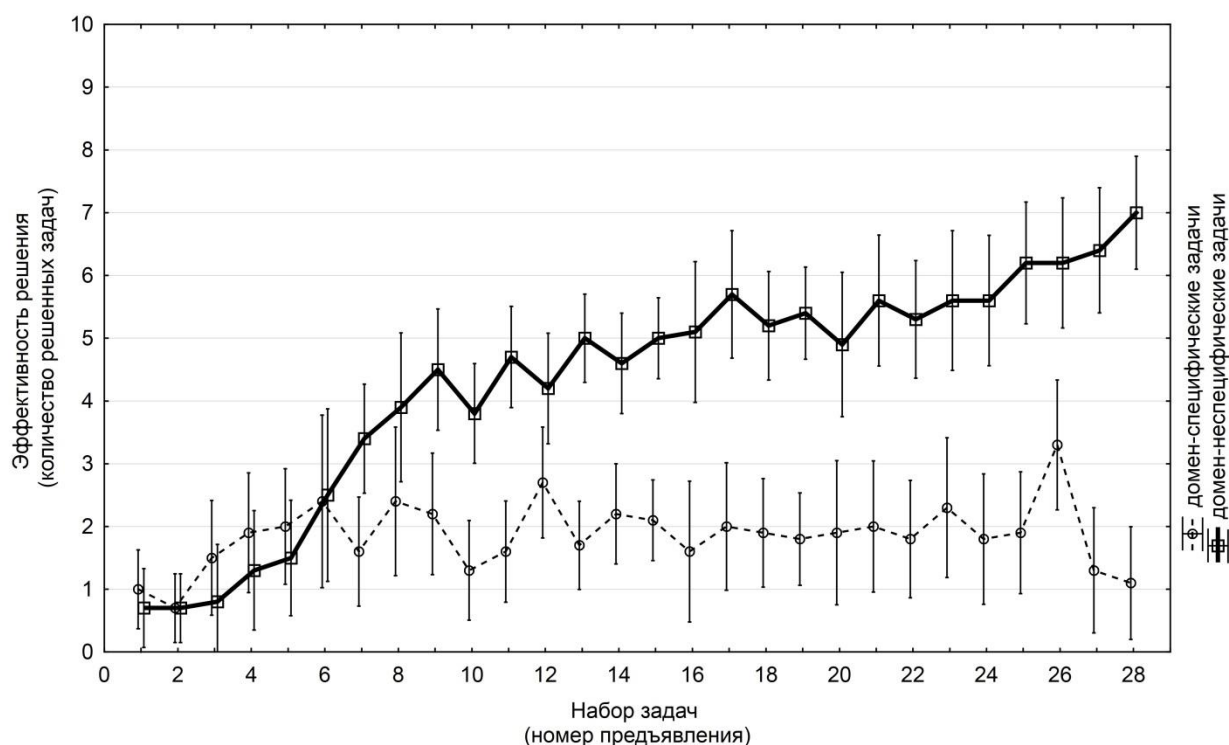


Рисунок 8. Динамика эффективности решения задач в зависимости от этапа научения.

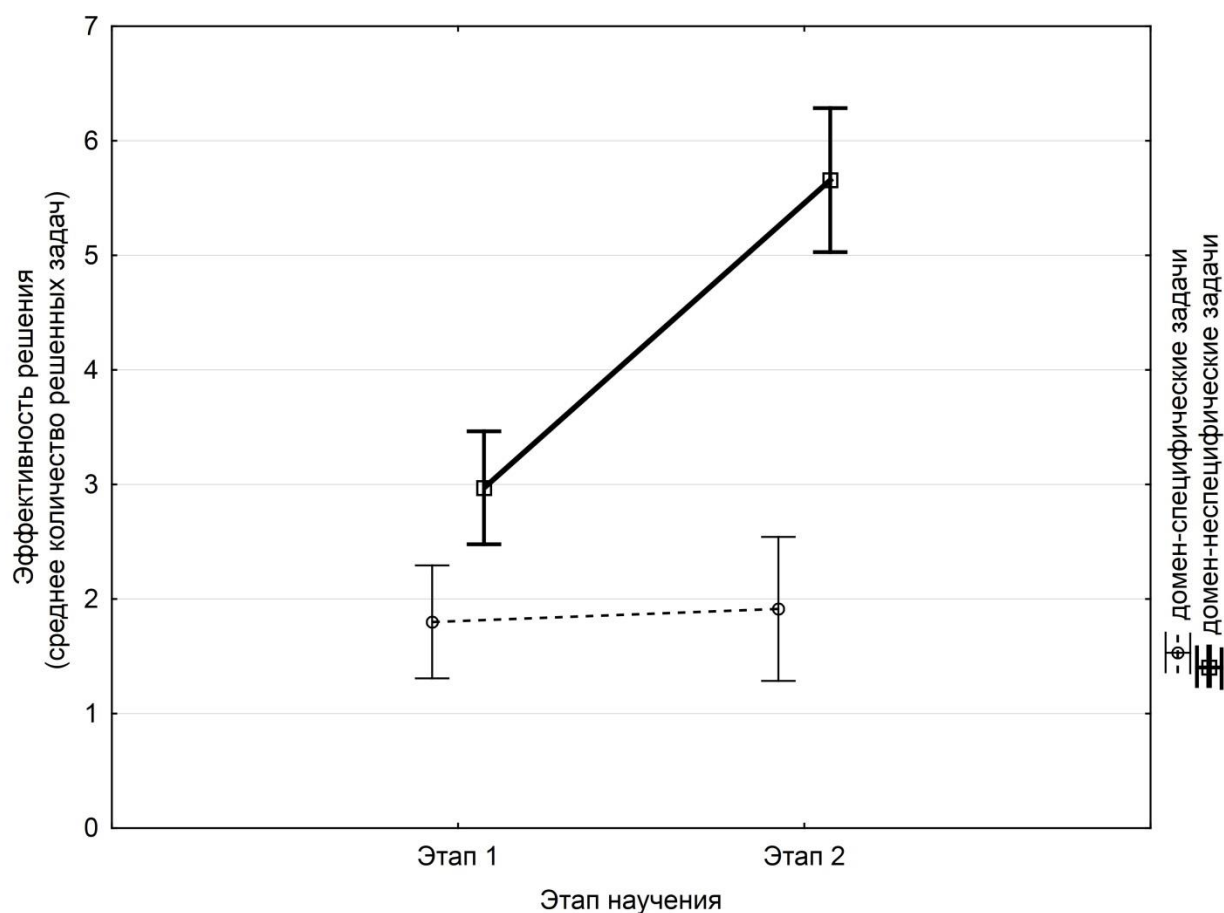


Рисунок 9. Усредненная динамика эффективности решения задач в первой (1-14 набор задач) и второй (15-28 набор задач) половине эксперимента.

Анализ ответов на опрос проводился методом группировки ответов на категории. Категориями контента стали «констатация факта затруднения без описания способа решения», «описание схемы вопроса», «описание способа решения». Ответы приведены в приложении 2. Также как и эффективность решения, все ответы были поделены на две части – первую половину исследования и вторую часть. Результаты показывают, что решение задач вызывало значительные затруднения как в первой половине исследования, так и во второй, хотя повышение эффективности решения задач во второй половине соответствует снижению неопределенности подхода, того как можно решать такие задачи. В первой половине исследования процент ответов, констатирующих затруднение без описания и понимания способов решения, состав-

лял 81,4% (57 ответов из 70), а во второй половине – 52,4% (33 ответа из 63). Вместе с повышением эффективности наблюдается и увеличение ответов, включающих попытки описать способы решения (показатель обратный констатации затруднений). Количество упоминаемых попыток описать схему и структуру вопроса не изменяется при сравнении двух половин исследования – 7 упоминаний (10%) в первой части против 8 упоминаний (12,7%) во второй половине. Однако первые попытки анализа структуры вопроса появляются только ближе к середине исследования. При этом наблюдается значительный рост упоминаний процедурных схем в виде попыток описать способы решения – 6 ответов (8,6%) в первой половине против 22 ответов (34,9%) во второй половине эксперимента.

Содержательный анализ показывает, что при описании структуры задачи или вопроса испытуемые, как правило, выделяют «несоответствие между условием и вопросом» и необходимость «связать элементы задачи». При описании процедуры решения испытуемые дают самые общие описания, которые включают, в основном, такие стратегии как смена направления решения («обдумывать решение в фоновом режиме», «отвлечься от задачи», «посмотреть под другим углом») и удержание условий в рабочей памяти («прокрутка», «обдумывание», «держать в голове»).

Во второй половине заданий испытуемые в целом отмечают, что вопросы становятся «немного полегче», «как будто обладаю этими знаниями, но на самом деле это не так». Однако описание способа решения явно вызывает затруднение у испытуемых даже после 15 недель исследования. Вместе с возрастанием числа правильных ответов во второй половине исследования возрастает число упоминания инсайта, озарения и внезапного обнаружения решения – 4 упоминания в первой части исследования (5,7%) против 11 упоминаний во второй части (17,5%). Только в одном ответе во второй половине эксперимента упоминается «логический анализ» как способ поиска решения, однако испытуемый при этом отмечает, что не обнаружил закономерность

решения.

6.5. Обсуждение

Результаты данного исследования убедительно показывают наличие факта научения при длинной серии инсайтных задач. Данный эффект наблюдается в домен-неспецифических задачах, что мы и ожидали наблюдать, поскольку они не требовали приобретения нового специального декларативного знания, которое могло быть использовано для извлечения готового решения из памяти. Научение наблюдается несмотря на отсутствие обратной связи в виде правильных ответов, испытуемые только получали ответ – верно либо неверно решили задачу. Рост эффективности решения домен-неспецифических задач наблюдается благодаря выработке некоторых процедур решения, что косвенно подтверждается вербальными протоколами. В то же время, следует отметить слабо осознаваемый характер этого знания.

Несмотря на то, что научение наблюдается только в домен-неспецифических задачах, мы не отрицаем того факта, что в домен-специфических задачах тоже может происходить научение. При их решении могут также вырабатываться эксплицируемые структуры, но то, что мы брали разные по требуемым знаниям задачи, создавало затруднения для использования декларативного знания при их решении. Мы предполагаем, что изучение научения в серии домен-специфических задач на материале конкретных областей знания может привести к еще более выраженному эффекту научения, поскольку перенос сможет опираться и на процедурную и на декларативную составляющую таких задач.

Содержательный анализ протоколов вербальных отчетов о способах решения задач выявил значимый рост использования процедурных схем для решения задач в форме эвристик. Эти схемы являются основными эксплицируемыми структурами, используемыми при решении домен-неспецифических задач в данном исследовании. При анализе выделяемых

испытуемыми эвристик мы выделили две основные группы – это удержание условий задачи в рабочей памяти и смена направления решения. Удержание условий задачи в рабочей памяти, по нашему мнению, требуется для поиска подходящей компактной структуры (схемы), которая бы учитывала все элементы задачи, а также для проверки подобранных решений. Смена направления решения представляет собой весьма общую эвристику, благодаря которой испытуемый может попытаться отказаться от изначально активированной репрезентации в пользу поиска новой, более подходящей схемы. Обе выделенные эвристики, по сути, представляют собой достаточно общие метаэвристики для управления своими когнитивными процессами, а не способами пошагового поиска решения. Исходя из этого, мы делаем вывод о том, что в решении серии инсайтных задач наблюдается научение, основанное на выделении эксплицируемых от содержания задачи схем. Из-за высокого разнообразия задач, ключевую роль в научении решению инсайтных задач играют процедурные схемы в виде способов управления своими когнитивными процессами.

Данное исследование открывает новые возможности в области изучения переноса и предлагает подход, основанный на использовании длинных серий обучения инсайтным задачам. Наиболее перспективными направлениями, на которые исследователям необходимо в первую очередь обратить внимание, являются следующие вопросы. Как происходит обучение инсайтным задачам в рамках одного домена – оказывается ли сильнее эффект научения при сочетании процедурного и декларативного компонента в решении инсайтных задач? Может ли сознательное обучение и использование процедурным схемам решения инсайтных задач повысить скорость усвоения этих схем в обучении и повысить эффективность самого научения? Как происходит вычленение и осознание процедурных схем в ходе решения серии инсайтных задач? Ответы на все эти вопросы помогут наиболее полно ответить на вопрос о роли схем в научении и переносе решения.

Выводы по главе

6.1. В решении мыслительных задач происходит индукция эксплицируемых структур, которые формируют основу опыта решения задач. Такие эксплицируемые структуры обеспечивают возможность переноса, то есть использования ранее полученного опыта для решения новых мыслительных задач. В механизмах переноса при решении творческих задач важную роль играют механизмы индукции мыслительных схем, которые могут кодировать структуру репрезентации задачи (ситуацию задачи) или процедуру поиска решения.

6.2. Экспериментальное исследование на материале большой серии домен-неспецифических творческих задач показало эффект научения решению творческих задач. Поскольку выбранные задачи относились к широкому классу домен-неспецифических творческих задач и не обладали одинаковой структурой репрезентации задачи, а также на основе анализа протоколов, мы делаем вывод, что повышение эффективности связано с выработкой схемы процедуры решения данного класса задач.

ГЛАВА VII. АНАЛИЗ КОНФЛИКТА В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ

7.1. Постановка проблемы

В данной главе описывается исследование, направленное на поиск конкретных высокоуровневых механизмов, с помощью которых может осуществляться решение инсайтных задач. В предыдущих главах было показано, что при решении инсайтных задач могут формироваться эксплицируемые структуры, которые могут быть использованы в рамках высокоуровневых процессов при решении инсайтных задач. Выявленными эксплицируемыми структурами являются стратегии решения, а точнее стратегии анализа задачи, которые могут задействовать ресурсы управляющего контроля и рабочей памяти. В данном исследовании мы поставили вопрос о том, может ли решатель воспользоваться данными ему экспериментатором внешними средствами, направленными на анализ противоречий внутри репрезентации.

Способы анализа и изменения собственной репрезентации задачи могут быть рассмотрены как один из частных случаев использования высокоуровневых процессов в решении инсайтных задач. Проблема высокоуровневых процессов в процессе решения инсайтных задач в ее современном виде была поставлена в работах Дж. Меткалф и Д. Вибе (Metcalf, 1986; Metcalfe, Wiebe, 1987). В их работах была показана специфичность решения инсайтных задач по сравнению с алгоритмизированными (математическими) в области высокоуровневых процессов. В частности, в решении алгоритмизированных задач решатель достаточно четко отдает себе отчет в степени приближения к решению задачи, которая может быть измерена как чувство «теплоты» по аналогии с игрой «горячо-холодно». В ходе решения инсайтных задач, напротив, решатель не способен адекватно оценивать степень приближения к решению. Несмотря на то, что задачей этих экспериментов было только показать различия в высокоуровневых процессах решения мыслительных задач разных типов, мы можем предполагать, что данные говорят

об очевидных затруднениях в сознательном управлении процессом решения творческих задач.

Однако полученные данные о том, что высокоуровневые процессы играют меньшую роль в оценке приближения к цели в решении творческих задач, не отменяют возможности использования метакогниций в отдельных эпизодах решения. Одним из таких существенных эпизодов в решении является непосредственно «инсайт», который не обязательно является итоговым решением задачи, но всегда является выходом из тупика в решении (Ohlsson, 1992). Выход из тупика для инсайтных задач связан с расширением пространства задачи, например, с включением в него новых правил или новых операторов (Ohlsson, 1992). Как правило, этот сдвиг происходит уже после перебора множества вариантов внутри изначально сформированного задачного пространства. Несмотря на то, что преодоление тупика может происходить благодаря некоторым случайным обстоятельствам в виде поступления неожиданной дополнительной информации (Seifert et al., 1995) или внезапному восходящему переструктурированию репрезентации (Luo et al., 2006), этот сдвиг также может направляться высокоуровневыми процессами.

В современной литературе, посвященной инсайту, в качестве альтернативы можно обнаружить две крайние позиции относительно того, каким образом осуществляется метакогнитивный мониторинг решения творческих задач. С одной стороны, сторонники неспецифического подхода к явлению инсайта рассматривают механизмы творческого решения и решения алгоритмизированных задач как идентичные. Следовательно, анализ приближения к цели в решении инсайтной задачи должен происходить по тем же принципам, что и в алгоритмизированных задачах. В работах Дж. МакГрегора, Т. Ормерода и Э. Кроникла показана возможность использования высокоуровневой эвристики «мониторинга приближения к цели» («мониторинга прогресса») на примерах решения задач «9 точек», «8 монет» и т.д. (MacGregor et al., 2001; Ormerod et al., 2002; Chronicle et al., 2004). Использо-

вание этой стратегии в подобных задачах обусловлено тем, что в задаче дано достаточное требование к целевому состоянию и требуется найти только способ достижения цели. С другой стороны, в задачах, в которых целевое состояние не дано или требования для решателя неясны, метакогнитивный мониторинг из-за отсутствия обратной связи может быть сильно затруднен. В моделях ограниченного метакогнитивного мониторинга основным источником информации для высокоуровневых процессов являются эмоциональные сигналы от параллельно работающих систем. В частности, ага-переживание как чувство, сопровождающее появление решения или гипотезы, может рассматриваться как сигнал неосознаваемой системы сознанию о том, что решение найдено (Аллахвердов и др., 2015; Валеева, Ушаков, 2015). Две обозначенные теоретические позиции о роли высокоуровневых процессов в мониторинге и управлении процессом решения, на наш взгляд, не являются абсолютно противоположными и скорее направлены на объяснение разных задач и разных источников сложности в их решении.

Ключевым аргументом в доказательстве важной роли высокоуровневых процессов в решении инсайтных задач является наличие возможности использовать предварительную высокоуровневую тренировку. Ряд исследований продемонстрировали, что предварительная тренировка обращать внимание на препятствия в решении и противоречия в задаче повышают эффективность решения инсайтных задач. Так, например Дж. Валинга, Дж. Б. Каннингем и Дж. МакГрегор (Walinga, Cunningham, MacGregor, 2011) продемонстрировали, что предварительная фокусировка на том, чтобы обращать внимания на препятствия и барьеры в решении задачи и определять набор изначальных предположений, повышает эффективность решения инсайтных пространственных задач. Так, в данном исследовании в наиболее эффективном условии использовались следующие вопросы в тренировочной серии для анализа задачи «9 точек»: «На чем Вы сосредоточены? Какие стратегии Вы пробовали? Почему Вы используете эту (эти) стратегии? Что Вы пытаетесь

сделать? Почему Вы хотите сделать это? Что на самом деле важно для Вас? Ваша стратегия работает? Почему нет? Что мешает? Какие предположения вы делаете? Что, по вашему мнению, необходимо для решения этой проблемы? Что создает для вас барьер? И как это мешает? Что делает это проблемой? Что вас беспокоит? Так что Вы на самом деле пытаетесь сделать? Что Вам на самом деле нужно сделать? В чем реальная проблема?».

Дж. Патрик и коллеги (Patrick, Ahmed, Smy, Seeby, Sambrooks, 2015) также продемонстрировали возможности использования высокоуровневой тренировки, но уже для повышения эффективности вербальных инсайтных задач. Они продемонстрировали, что вербальные инсайтные задачи решаются лучше после того, как испытуемых тренировали искать несогласованности в репрезентации задачи. Эффективность такой тренировки связана не просто с осознанным отношением к решению, а с тренировкой несогласованности и противоречивости. Готовность к поиску несогласованностей задавалась следующей инструкцией: «Внимательно прочитав задачу, выберите часть задачи и обдумайте свою интерпретацию. Затем проверьте, является ли ваша интерпретация противоречивой, сравнив ее с информацией в описании задачи. Если здесь есть противоречия, подумайте, как Вы можете разрешить это противоречие и можно ли использовать Вашу пересмотренную интерпретацию для решения задачи. Если нет, выберите другую часть задачи и повторяйте описанную выше процедуру, пока не найдете решение для ее устранения».

Указанные исследования не только показывают важность использования высокоуровневых средств анализа репрезентации, которые могут привести к её смене, но и подводят нас к важности понимания обнаружения конфликтов и противоречий для решения инсайтных задач. Несмотря на то, что противоречия в инсайтной задаче не часто оказываются предметом для исследования, именно понимание природы детекции противоречий может пролить свет на специфические инсайтные процессы. На важность функций детекции противоречий в решении инсайтных задач косвенно указывают и со-

временные данные о мозговых коррелятах творчества и инсайта. В ряде работ по исследованию мозговой активности в решении творческих задач указывается на значимую активность передней поясной коры (см. обзор Dietrich, Kanso, 2010), работа которой сопровождается обнаружением неожиданных сбоев, и возможно обеспечивает поиск и детекцию противоречий (Botvinick, Braver, Barch, Carter, Cohen, 2001; Botvinick, Nystrom, Fissell, Carter, Cohen, 1999; Мачинская, 2015). Важно отметить, что активность АСС наблюдается при исследованиях инсайта и творчества и почти никогда не наблюдается в исследованиях креативности (Dietrich, Kanso, 2010). Это является хорошим эмпирическим аргументом в пользу нашей идеи о том, что внешне схожие процессы, такие как инсайт и, например, креативность, могут базироваться на разных внутренних процессах.

Идея о том, что решение инсайтной задачи может осуществляться через анализ конфликта в задаче, была высказана К. Дункером (1965). Он выделяет некоторые общие приемы решения, представляющие собой пути поиска решения, обозначенные как «эвристические методы мышления». В наиболее общем виде выделяются три эвристических метода: анализ ситуации как анализ конфликта – прямой путь в основание конфликта задачи, предполагает «решение сверху»; анализ ситуации как анализ материала – поиск решения, исходя из наличных условий, основанный на «побуждении снизу»; анализ цели (требуемого) – направлен на снятие некоторых «фиксаций». Однако, К. Дункер не дает более детального описания конфликта. При беглом рассмотрении этого понимания противоречий можно увидеть, что теория задачного пространства частично моделирует разрешение такого рода конфликтов с помощью эвристики анализа целей и средств. Однако, данная эвристика объясняет далеко не все случаи нахождения и разрешения конфликта.

Рассмотрим взаимодействия трех существенных элементов решения любой задачи: условия задачи, репрезентации задачи и действий. Условия задачи на основе опыта достаточно жестко определяют как будет построена

репрезентация задачи (как будет понята задача). На основе перцептивных или вербальных ключей в условиях задачи выстраиваются соответствующие ментальные модели или пространства задачи. Такая автоматизация перехода, как правило, эффективна и позволяет значительно экономить время. Так же построенная репрезентация (пространство задачи) может определять набор действий (правил и операторов), которые могут быть применены в рамках данной репрезентации по отношению к задаче. Репрезентация ограничивает набор действий, что, с одной стороны, увеличивает эффективность поиска необходимого действия, но, с другой стороны, может отсеивать потенциально эффективные действия.

Репрезентация задачи может предопределять неверные пути решения внутри пространства задачи в форме выбора неверных ветвей решения, неверных действий, неверных шаблонов, неверных эвристик. При анализе этих ошибок мы можем обнаружить конфликт между используемым набором действий и целью задачи. Применяемые методы решения не приводят к достижению цели, а следовательно, необходимо определить причину и изменить набор действий. В этом случае, действительно может происходить анализ целей и средств (means-ends analysis), а конфликт носит характер действенного (моторного) конфликта (конфликт между действиями и целью). Такой конфликт может быть характерен для многих алгоритмизированных задач в рамках одного задачного пространства: «задача с орками и хоббитами», «задача с лилиями» и т.д. Для разрешения такого конфликта требуется отказаться от одного пути решения и перейти к другому пути в рамках того же пространства задачи.

В то же время, конфликт может быть сосредоточен и в другом месте: не в результате жесткой связки репрезентация-действие, а в результате связки условия-репрезентация. В этом случае, конфликт задачи состоит в том, что на основе условий задачи выстраивается неверное задачное пространство или неверная репрезентация задачи. Эта репрезентация приводит к ошибоч-

ным решениям или вообще не имеет релевантных решений. В этом случае мы также наблюдаем несоответствие действий цели задачи, однако причиной является тот факт, что в активированном задачном пространстве попросту отсутствуют необходимые действия, что может переживаться как тупик. Однако, не всякая задача, которая ловит решателя на построении репрезентации, является инсайтной. Так, например, в ряде задач на построение ментальной модели логических выражений тоже используются уловки, связанные с неверным пониманием решателем задачи, но такие задачи не рассматриваются исследователями как инсайтные (пример с задачами с самолетами). Дело в том, что неверно построенная репрезентация задачи не приводит человека в тупик, такие репрезентации приводят к неверному результату (который может быть не замечен решателем), но не приводят к исчерпанию возможных действий. В этом состоит репрезентационный конфликт (конфликт между репрезентацией и целью).

На наш взгляд, истинные инсайтные задачи являются такими сложными, потому что одновременно включают в себя оба вида конфликта – репрезентационный (т.к. условия задачи провоцируют выбор неверной репрезентации) и моторный (т.к. есть требование достичь определенной цели на основе неверной репрезентации). Мы предполагаем, что решение задачи в определенный момент может идти в обратном порядке по пути попытки разрешения моторного конфликта с помощью анализа целей и средств, а при невозможности его разрешения – попытки обнаружения и разрешения репрезентационного конфликта. Таким образом, процесс решения задачи может идти не только в одном направлении от условий задачи к достижению цели, но и разворачиваться в обратном направлении благодаря системе обратных влияний (обратных связей) более поздних шагов на более ранние. Изменение структуры более ранних шагов предполагает запуск нового (измененного) процесса решения. Это может происходить как под воздействием запуска процесса решения заново (например, при длительном инкубационном периоде, в ходе

которого могут измениться внутренние условия), так и при обратной развертке процесса решения. Такая обратная развертка, пошаговое разворачивание процесса в обратном направлении возможна благодаря поиску и детекции противоречий.

Таким образом, на наш взгляд возможен процесс высокоуровневого анализа противоречий, несогласованности, конфликта между схемами внутри репрезентации. Этот высокоуровневый анализ можно задать «сверху» в виде эксплицируемых структур.

7.2. Материал исследования. Задача «5 квадратов» Дж. Катона

Для проведения исследования нами была выбрана задача «5 квадратов», введенная в научный оборот Дж. Катона (Katona, 1940). Задача относится к классу геометрических задач со спичками, в которых требуется переместить заданное число спичек для получения новой конфигурации. В данной задаче испытуемому предъявляется конфигурация, состоящая из 16 спичек в форме креста и образующая пять квадратов одинакового размера (фигура *a*, рисунок 12). По условиям задачи требуется переместить три спички таким образом, чтобы осталось только четыре квадрата одинакового размера (фигура *b*, рисунок 12). В задаче можно выявить два основных источника затруднений (Fedor et al., 2015): во-первых, необходимо обнаружить, что центральные спички одновременно участвуют в образовании нескольких квадратов, а главным способом разрушения «лишнего» квадрата является разрушение центрального квадрата в изначальной фигуре; во-вторых, необходимо преодолеть самоналоженное ограничение, что итоговая конфигурация должна образовывать одну фигуру. Для этого необходимо образовать новый квадрат в отдалении от изначальной фигуры, осуществить декомпозицию чанка.

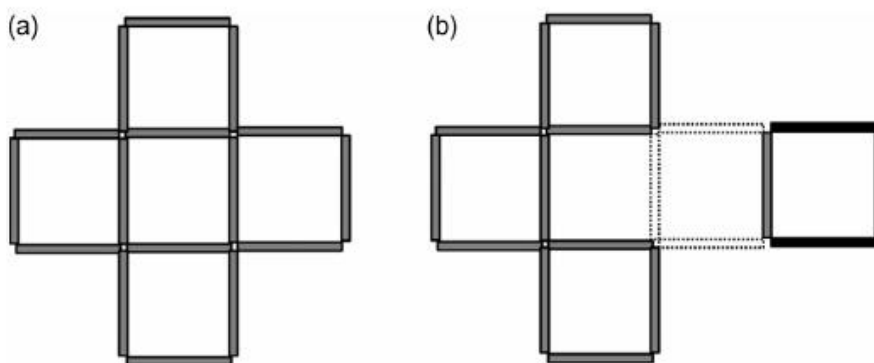


Рисунок 12. Задача «5 квадратов» Дж. Катона. (a) – начальная конфигурация задачи, (b) – одно из возможных правильных решений (Fedor, Szathmáry, Öllinger, 2015).

7.3. Эксперимент

Для доказательства того, что решатели способны использовать эксплицируемые способы управления и изменения репрезентации нами был спланирован и проведен эксперимент. Этот эксперимент направлен на выявление возможности использования анализа конфликта задачи как средства изменения репрезентации через поиск противоречий между используемыми мыслительными схемами. Мы предполагали¹³, что можно повысить эффективность решения инсайтной задачи с помощью эвристических подсказок, которые бы стимулировали использование высокоуровневых процессов анализа репрезентации. Такие эвристические подсказки не являются подсказками в традиционном понимании этого термина, поскольку не дают никакой дополнительной информации о конкретной задаче и могут быть использованы для самых разных инсайтных задач. В качестве альтернативного объяснения можно было бы предположить, что даваемые эвристические подсказки дают эффект благодаря мотивирующей функции, за счет постоянного обращения внимания испытуемого на задачу. Для этого мы ввели в качестве контрольной группы не просто группу, не получавшую подсказок, а группу, по-

¹³ В обсуждении задачи, планировании и проведении исследования участвовали С.С. Емельянова, М.А. Панфилова, А.Д. Савинова, А.В. Чистопольская, Е.В. Соседко, П.Н. Маркина, И.Н. Макаров, И.Ю. Владимиров

лучавшую от экспериментатора подбадривающие реплики с той же регулярностью, что и эвристические подсказки. В ходе предварительных проб нами был определен оптимальный интервал между репликами экспериментатора, который составил 1 минуту. Этот интервал, с одной стороны задает высокую интенсивность и испытуемый успевает получить несколько реплик до того как обнаружит решение. С другой стороны, при этом интервале экспериментатор не так сильно вмешивается в рассуждения испытуемого, чем при более коротких интервалах, а его реплики не выглядят механистически запрограммированными.

Целью данного эксперимента является проверка возможности использования анализа конфликта задачи как средства изменения репрезентации.

Гипотеза: Стимулирование испытуемых к использованию высокоуровневых процессов, направленных на анализ противоречий между схемами в репрезентации задачи приводит к повышению эффективности решения инсайтной задачи «5 квадратов» Дж. Катона. На операциональном уровне данная гипотеза звучит следующим образом: Эффективность решения задачи «5 квадратов», выраженная в количестве правильных решений, выше в условии с эвристическими подсказками, чем в контрольном условии.

Для проверки предположений был проведен эксперимент с использованием межгруппового экспериментального плана исследования с одной независимой переменной (тип высказываний экспериментатора) и одной зависимой переменной (эффективность решения).

Методика

Выборка

Выборку исследования составили 60 испытуемых (43 женщины) в возрасте от 18 до 53 лет ($M = 21.95$, $SD = 5.76$). В контрольную группу вошли 30 испытуемых (21 женщины) в возрасте от 18 до 53 лет ($M = 22.7$, $SD = 7.09$). В экспериментальную группу вошли 30 испытуемых (22 женщины) в возрасте

от 18 до 34 лет ($M = 21.2$, $SD = 4.03$). Все испытуемые проходили эксперимент индивидуально и добровольно, участие в эксперименте не оплачивалось.

СtimульнЫй материал

Для данного исследования была использована задача «5 квадратов» Дж. Катона, в которой требуется из пяти квадратов, составленных из 16 палочек в форме креста составить четыре квадрата одного размера, переместив только три палочки. Задача предъявлялась испытуемым в виде счетных палочек одного цвета, выложенных на столе. Испытуемому представлялась уже готовая конфигурация, то есть испытуемый не видел, как собирается изначальная конфигурация задачи. Требование задачи предъявлялось испытуемому вслух, по просьбе испытуемого экспериментатор мог повторить условие задачи.

Процедура

Эксперимент проводился в индивидуальном режиме. На решение задачи «5 квадратов» Дж. Катона испытуемым давалось 15 минут. В качестве зависимой переменной в исследовании выступала частота решения задачи в каждой из групп. Таким образом, для каждого испытуемого показателем являлось то, решил он или не решил задачу. Испытуемые случайным образом распределялись на две группы: 1) контрольная группа, получающая каждые 60 секунд подбадривающие высказывания от экспериментатора; 2) экспериментальная группа, получающая от экспериментатора каждые 60 секунд высказывания, стимулирующие высокоуровневые процессы.

В качестве подбадривающих высказываний использовались такие выражения, как: «Продолжайте решать», «У Вас получится», «Эта задача сначала кажется трудной для всех испытуемых», «Нужно приложить еще немного усилий», «Вы сможете», «Все необходимые знания у Вас есть», «У Вас

хорошо получается», «Не стесняйтесь высказывать гипотезы».

В качестве высказываний, стимулирующих высокоуровневые процессы, использовались эвристические подсказки, призванные активизировать включение метакогниций в процесс решения задачи. Всего в экспериментальной группе использовались четыре типа эвристических подсказок:

- направленные на анализ конфликта («Что мешает решить задачу?», «Есть ли в задаче какое-то противоречие?»);
- направленные на анализ материала («Есть ли какие-то необычные элементы задачи?», «Что Вы еще можете использовать?»);
- направленные на анализ цели («Что Вы хотите достигнуть?», «Как в целом должно выглядеть итоговое решение?»);
- направленные на анализ ограничений («Есть ли у Вас какие-то внутренние ограничения, не позволяющие решить задачу?», «Что Вы упускаете из виду?»).

Подсказки давались в случайной последовательности, но с учетом реплик испытуемого в процессе решения задачи. То есть если испытуемый в контрольной группе говорит, что не хочет больше решать, то ему говорится фраза: «Вы сможете», а не «Не стесняйтесь высказывать гипотезы». Как правило, за время исследования используются все варианты фраз-подсказок.

7.4. Результаты

Для сравнения распределения частот решивших и не решивших испытуемых в контрольной и экспериментальной группах был использован метод хи-квадрат с поправкой Йетса. Поправка была введена, поскольку в одной из ячеек таблицы сопряженности значение не превышает 10, но не меньше 5. Распределение частот решивших и не решивших испытуемых в контрольной и экспериментальной группах приведено в таблице 1.

	Решившие	Не решившие	Всего
КГ	5	25	30
ЭГ	13	17	30
Всего	18	42	60

Таблица 1. Распределение частот решивших и не решивших испытуемых в группах с подбадривающими высказываниями (КГ) и эвристическими подсказками (ЭГ).

Анализ с использованием метода хи-квадрат с поправкой Йетса выявил наличие значимых различий между распределением решивших и не решивших задачу испытуемых в группах с подбадривающими высказываниями и эвристическими подсказками, $\chi^2 = 3.89$, $p = 0.049$, *Cramer's V* = 0.017. Время решения среди решенных задач в группах составило в среднем 540 секунд в контрольном условии ($SD = 277.5$) и 460 секунд в экспериментальном условии ($SD = 216.4$).

7.5. Обсуждение

Полученные результаты показывают, что эвристические подсказки оказывают значимое влияние на вероятность решения задачи «5 квадратов» по сравнению с простыми подбадривающими фразами. Это указывает на то, что вербальные воздействия на испытуемых для побуждения к анализу тех или иных затруднений при построении репрезентации играют большую роль, чем просто мотивация к продолжению решения. Число решивших задачу испытуемых за отведенное время в 15 минут в экспериментальной группе выросло более чем в два с половиной раза по сравнению с контрольной группой.

Несмотря на то, что результаты едва преодолевают порог значимости после применения поправки, а размер эффекта также оказывается недостаточно велик, мы рассматриваем полученные данные как однозначно говорящие в поддержку нашей гипотезы. Однако при этом, достаточно велик про-

цент не решивших задачу в обеих группах. По нашим наблюдениям, часть не решивших задачу испытуемых в экспериментальной группе все же была ближе к решению. Мы считаем, что для дальнейшего доказательства данного эффекта можно либо увеличивать время, которое дается на решение этой задачи, либо вводить дополнительные параметры, такие как фактическая близость к решению. Так, например, можно рассматривать в качестве показателя количество преодоленных источников трудности.

В соответствии с нашими предположениями, эвристические подсказки могут быть использованы для высокоуровневого анализа и поиска источников затруднений в решении задачи, поиска конфликтных и противоречивых элементов в изначальной репрезентации, поиск податливых и сопротивляющихся изменению компонентов репрезентации. Используемые эвристические подсказки позволяют не только анализировать условия задачи, но и анализировать собственную репрезентацию и процессы, направленные на решения, тем самым актуализируя высокоуровневые средства анализа процесса решения задачи. Высокоуровневые подсказки могут быть положены в основу обучения метакогнитивному мониторингу, благодаря которому решатель мог бы сознательно отслеживать собственные ошибки и искажения в решении творческих задач, в такой же степени как учение мог бы отслеживать эффективность решения учебных задач (Фомин, 2015). Все это говорит о возможности использования высокоуровневых процессов решения инсайтных задач и демонстрирует возможности анализа конфликта задачи как средства изменения репрезентации через поиск противоречий между используемыми мыслительными схемами.

Выводы по главе

7.1. Стратегии решения инсайтных задач как эксплицируемые структуры в решении задачи могут быть основаны на оперировании содержательно-неспецифическими знаниями о задаче. Такой формой содержательно-

неспецифического знания о задаче является понимание согласованности и противоречивости между актуализированными схемами и их элементами.

7.2. Высокоуровневые процессы в виде анализа противоречий между схемами в репрезентации повышают эффективность решения инсайтных задач. Следовательно, инсайтное решение может являться результатом высокоуровневого процесса анализа задачи на основе схем и их отношений. В эксперименте было показано, что стимулирование испытуемых к использованию высокоуровневых процессов, направленных на анализ противоречий между схемами в репрезентации задачи приводит к повышению эффективности решения инсайтной задачи «5 квадратов» Дж. Катона.

ГЛАВА VIII. СХЕМЫ В ИНСАЙТНОМ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ

8.1. Постановка проблемы

Показав в рамках предыдущих глав возможность использования высокоуровневого анализа поиска противоречий между схемами в решении, мы лишь косвенно подтвердили идею о существовании схем и возможностях их использования в инсайтном решении. В рамках данной главы осуществлена попытка напрямую показать наличие мыслительных схем в инсайтном решении. Идея аргументации состоит в том, что при возможности аналитического решения инсайтной задачи может наблюдаться предпочтение к поиску готовых схем вместо пошаговых решений. Для этого нами разработана модифицированная задача «9 точек», в которой имеются несколько решений, которые отличаются разной степенью схематизированности. Исследования на материале данной задачи позволяют не только проверить возможность поиска схем в инсайтном решении, но и столкнуть между собой предсказания сторонников специфического и неспецифического подходов к инсайтному решению. Сторонники специфического подхода утверждают, что решение инсайтных задач достигается за счет специальных инсайтных процессов, среди которых часто называется смена репрезентации (Knoblich et al., 1999, 2001; Ohlsson, 1992). Сторонники неспецифического подхода не видят необходимости вводить дополнительные сущности типа инсайтных процессов и пытаются описывать процесс решения инсайтных задач в терминах теории переработки информации (Kaplan, Simon, 1990; MacGregor et al., 2001).

Наиболее острая дискуссия между подходами развернулась на материале самой знаменитой инсайтной задачи – задачи «9 точек» (Maier, 1930). Задача «9 точек», условие и решение которой представлено на рисунке 13, считается классической инсайтной задачей (Danek et al., 2016). Легко представить условие и решение этой задачи, но решить её чрезвычайно трудно. В условии этой задачи необходимо четырьмя прямыми линиями соединить де-

вять точек, не отрывая карандаша от бумаги. Традиционно указывают на выход за пределы визуально воспринимаемого квадрата как основной источник трудности в этой задаче (Scheerer, 1963). Но как было показано как сторонниками неспецифического (Burnham, Davis, 1969; Chronicle et al., 2001; Weisberg, Alba, 1981a), так и специфического подхода (Öllinger et al., 2014b), подсказка «выйти за пределы» сама по себе дает лишь незначительный прирост эффективности. На основе этих данных сторонники неспецифического подхода делают вывод о том, что трудность решения данной задачи лежит в плоскости построения адекватного задачного пространства и открытия новых операторов.

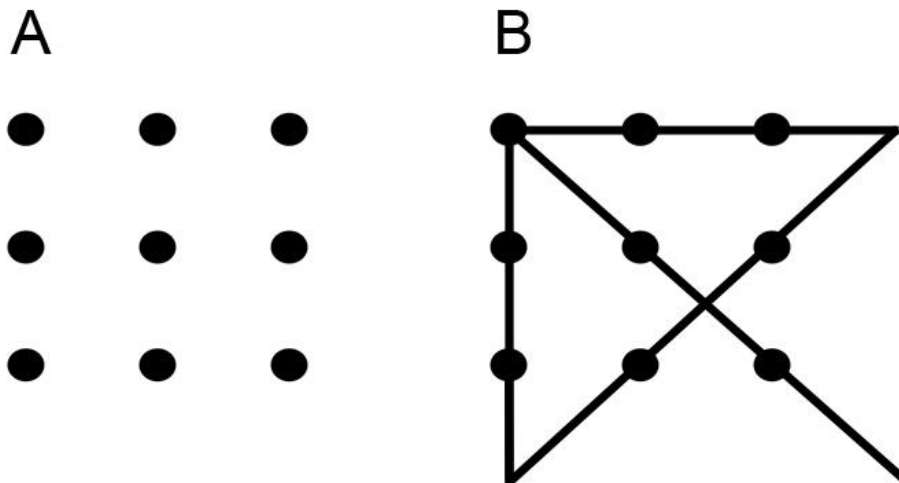


Рисунок 13. Классическая задача «9 точек» и одно из её возможных решений. Испытуемых просят соединить 9 точек четырьмя прямыми линиями, не отрывая руки от бумаги

Наиболее детально разработанной моделью решения задачи «9 точек» является теория продвижения к цели и мониторинга прогресса (Chronicle et al., 2004, 2001; MacGregor et al., 2001; Ormerod et al., 2002). Авторы данной теории основываются на положениях теории задачного пространства (Newell,

Simon, 1972), в частности, в том, что для решения задач могут быть использованы эвристики приближения к цели и способы оценки успешности продвижения к цели. Теория продвижения к цели и мониторинга прогресса предполагает, что задача «9 точек» может быть решена благодаря использованию эвристик приближения к цели (hill climbing) и мониторинга прогресса (progress monitoring). Эта модель переработки информации, по мнению авторов, позволяет описать не только стратегии выбора последовательности действий внутри задачи, но и оценивать перспективность отдельных действий и целых ветвей решения.

Модель базируется на следующих важных допущениях:

«1. На каждом шаге, из всех возможных действий выбирается ход с наибольшей ценностью. Если ходов с максимальной ценностью больше одного, то выбор действия осуществляется случайно.

2. Ранее пересеченные точки не имеют ценности, но продолжают действовать как указатели места. То есть линии могут быть проводиться от и до ранее пересеченных точек, но это не добавляет ходу ценности.

3. В оценке возможных движений человек может рассматривать за один ход одну или больше линий вплоть до максимального числа оставшихся линий, в зависимости от выбранной стратегии или индивидуальной емкости памяти, определяемой как горизонт планирования.

4. Размер горизонта планирования остается неизменным на протяжении всего решения» (MacGregor et al., 2001, pp. 177–178).

Исходя из приведенных допущений, можно предсказывать то, в какой последовательности решатель выбирает ходы в решении задачи. В соответствии с эвристикой приближения к цели, если у нас имеется возможность совершить ход, перечеркивающий максимальное количество точек, то такой ход будет совершен с максимальной вероятностью. Выбор последовательности ходов зависит также от размера горизонта планирования. При горизонте планирования равном 1 решатель старается перечеркнуть максимальное ко-

личество точек первым действием. При горизонте планирования равном 2, решатель может выбрать любую последовательность двух действий с максимально возможной ценностью ходов в сумме, и т.д. Вслед за К. Капланом и Г. Саймоном (1990), Дж. МакГрегор и коллеги (2001) предполагают, что открытие рисования линий за пределами квадрата приводит к открытию нового оператора – рисования линий вне точек. Добавление нового оператора связано с невозможностью удовлетворить критерий продвижения к цели – рисовать линии, пересекающие максимальное число оставшихся точек. Другим важным допущением этой модели является то, что перцептивная организация точек в задаче не оказывает влияния на ход её решения. Таким образом, по мнению авторов, решение задачи «9 точек» может быть описано исключительно на языке теорий переработки информации, без привлечения понятия переструктурирования репрезентации.

Сторонники специфического подхода, в частности теория изменения репрезентации, показывают существование множественных источников трудности в решении задачи «9 точек» (Kershaw, Ohlsson, 2004; Lung, Dominowski, 1985; Öllinger et al., 2014b). Среди данных факторов могут быть и перцептивные факторы (расположение точек в задаче формирует хорошую фигуру, ограничивающую возможности рисования линий за пределами фигуры), процессуальные факторы (задачное пространство имеет огромный размер, а размер горизонта планирования для просчета полного задачного пространства недостаточен) и факторы опыта (в детских головоломках есть традиция рисовать линии из точки в точку) (Kershaw, Ohlsson, 2004). Важным источником трудности авторы рассматривают не только рисование линий за пределами фигуры, но и поворот вне точки, который необходимо совершить, чтобы нарисовать следующую линию. «Чем больше поворотов вне точек требует задача, тем сложнее решить такую задачу» (Kershaw, Ohlsson, 2004, р. 6).

Список источников трудностей в данной задаче может быть также до-

полнен актуализированными моторными программами, которые могут быть одновременно связаны как с перцептивной организацией задачи, так и с прошлым опытом решателя (Kershaw, Ohlsson, 2004; Spiridonov, Loginov, Ivanchei, Kurgansky, 2019). М. Оллигер, Г. Джонс и Г. Кноблих (2014b) показали, что в задаче «9 точек» выход за пределы зрительного квадрата является недостаточным фактором, поскольку размер задачного пространства становится огромным, и только последующее понимание необходимости рисовать повороты вне точек за пределами квадрата открывает новое хорошо определенное задачное пространство. Теория изменения репрезентации постулирует, что решение задачи «9 точек» состоит из смены этапов алгоритмического решения и изменений репрезентации. Перечисленные факторы трудности препятствуют открытию нового задачного пространства, создавая тупики в решении. Преодоление факторов трудностей происходит благодаря смене репрезентации. Новая репрезентация дает возможности использовать алгоритмические действия в соответствии с предсказаниями теории продвижения к цели и мониторинга прогресса.

8.2. Модифицированная задача «9 точек»

В данной работе мы поставили задачу проверить предсказания теории продвижения к цели и мониторинга прогресса. Поскольку теория считает, что расположение точек принципиально не влияет на решение задачи, более того, авторы активно пользуются модификацией расположения точек для подтверждения своей модели, мы решили¹⁴ использовать новое расположение 9 точек для очередной проверки данной теории (Рисунок 14). Расположение точек также как и в классической версии формирует замкнутую фигуру. При этом образуемая фигура несимметрична, в отличие от традиционного квадрата. Данная модификация интересна для исследователей тем, что пред-

¹⁴ В обсуждении задачи и плана исследования участвовали А.Е. Коровкина, А.Н. Герасимовская, М.А. Панфилова, А.Д. Савинова, Ю.А. Падалка

полагает несколько возможных решений. Решения различаются как последовательностями ходов с разной ценностью хода, так и образуемыми конфигурациями. Ценность хода определяется количеством точек, которые будут перечеркнуты за одно действие. Под последовательностями здесь понимаются решения, различающиеся очередностью ходов разной ценности. Так, для данной задачи возможны четыре последовательности: 3-2-2-2, 2-3-2-2, 2-2-3-2 и 2-2-2-3. Обозначение 3-2-2-2 указывает на то, что первая линия в решении перечеркивает три точки, а вторая, третья и четвертая линии пересекают по две точки. Под конфигурациями мы понимаем фигуры, формируемые четырьмя линиями в итоговом решении. Всего можно выделить четыре основных типа конфигураций, которые обнаруживаются при решении этой задачи (Рисунок 15). Последовательности и конфигурации не связаны между собой однозначно. Так, например, одна и та же конфигурация может быть образована разными последовательностями в зависимости от точки начала движения.

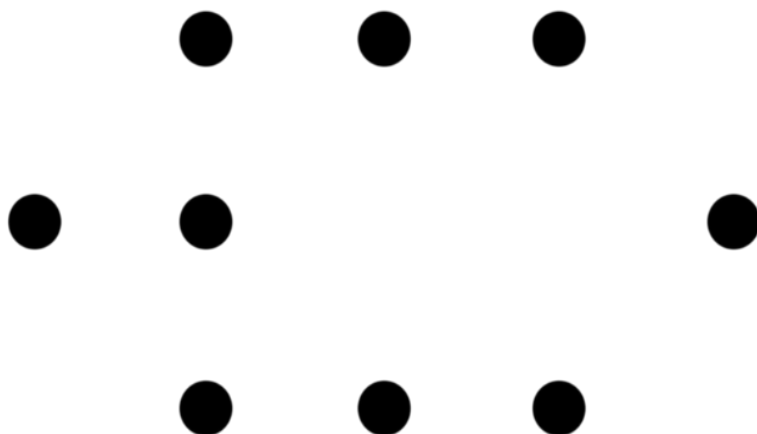


Рисунок 14. Модифицированная задача «9 точек». Условие: «Соедините девять точек четырьмя прямыми линиями не отрывая карандаша от бумаги»

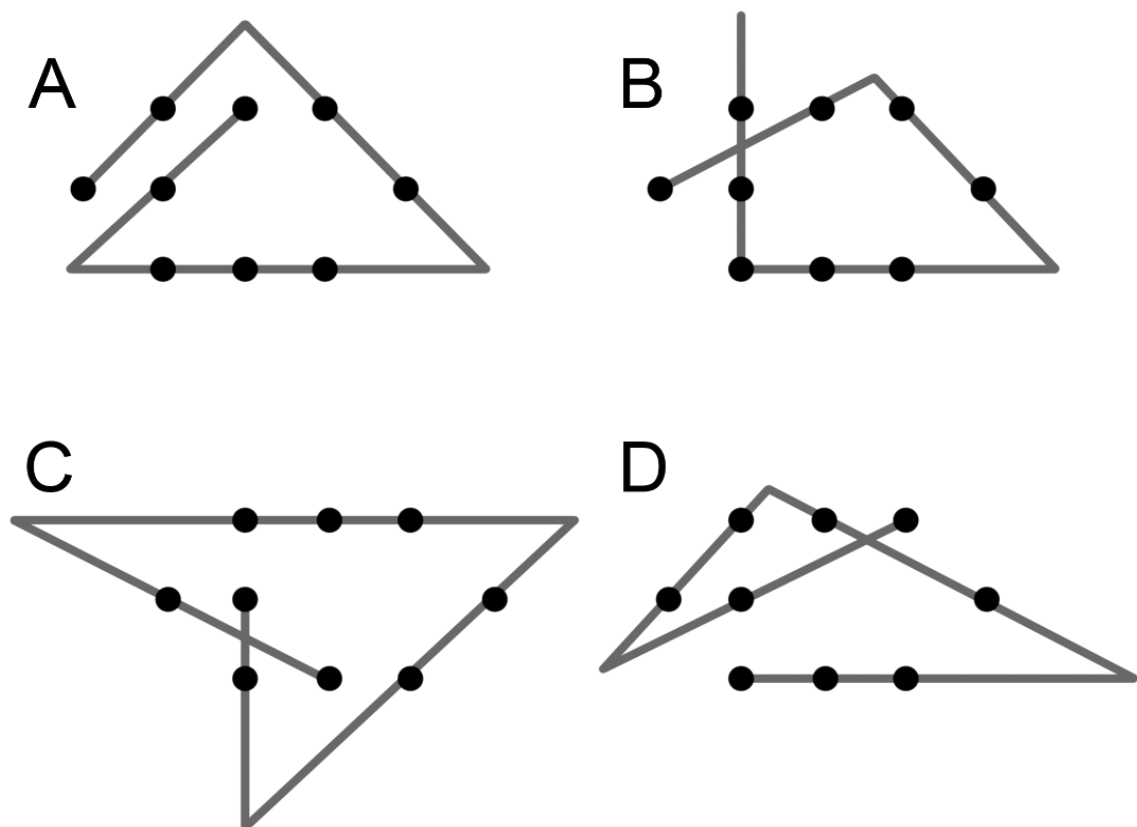


Рисунок 15. Возможные типы конфигураций решения модифицированной задачи «9 точек»

8.3. Эксперимент 1

Данный эксперимент был спланирован и проведен с целью тестирования предсказаний теории продвижения к цели и мониторинга прогресса на материале модифицированной задачи «9 точек». Экспериментальный план построен таким образом, чтобы сравнить предсказания о распределении частот характеристик решений с эмпирически наблюдаемыми частотами. Таким образом, в случае совпадения ожидаемых частот с эмпирически наблюдаемыми частотами можно заключить, что теория продвижения к цели и мониторинга прогресса успешно прошла проверку. В обратном случае, мы можем сделать вывод о том, что теория или её отдельные положения оказыва-

ются несостоятельными при объяснении решения модифицированной задачи «9 точек».

Во-первых, можно предположить, что на основании теории продвижения к цели и мониторинга прогресса решатели будут предпочитать следовать эвристике максимизации продвижения к цели, то есть предпочитать выбирать в качестве первого действия линию, пересекающую максимально возможное количество точек за одно движение (для предложенной нами конфигурации такое число равно 3). Наша экспериментальная гипотеза звучит следующим образом: В ходе первой попытки решить задачу в качестве первого действия предпочитаются линии с наиболее высокой ценностью, то есть пересекающие максимальное число точек (3).

Во-вторых, мы предполагаем, что испытуемые действуют в соответствии с эвристикой максимизации продвижения к цели и отсутствием перцептивных ограничений. Так, для размера горизонта планирования равного 1 итоговая последовательность действий 3-2-2-2 (в которой первая линия пересекает 3 точки, а затем вторая, третья и четвертая линии пересекают по 2 точки) является наиболее вероятной. При размере горизонта планирования равном 4 все последовательности действий являются равновероятными. Поскольку модель не предлагает способа прямого измерения горизонта планирования у испытуемых, мы рассчитали вероятность выбора решений для всех возможных размеров горизонта планирования. В таблице 2 приведено распределение вероятностей выбора последовательностей действий в итоговом решении в зависимости от размера горизонта планирования с точки зрения предсказаний теории продвижения к цели и мониторинга прогресса.

Горизонт планирования	3-2-2-2	2-3-2-2	2-2-3-2	2-2-2-3
1	40 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

2	20 (.5)	20 (.5)	0 (0)	0 (0)
3	13 (.33)	13 (.33)	13 (.33)	0 (0)
4	10 (.25)	10 (.25)	10 (.25)	10 (.25)

Таблица 2. Ожидаемые частоты распределения последовательностей действий в итоговом решении (в скобках приведены вероятности)

В-третьих, в соответствии с предсказаниями теории продвижения к цели и мониторинга прогресса, наиболее вероятными конфигурациями, которые обнаруживают испытуемые, являются конфигурации В и D. Только эти конфигурации предполагают возможность пересечь 3 точки первым действием. К тому же, эти конфигурации косвенно поддерживаются и моделью множественности источников трудности, поскольку в них имеется меньшее количество поворотов вне точек (Kershaw, Ohlsson, 2004).

Четвертая, дополнительная гипотеза, направлена на то, чтобы проверить возможное следствие модели множественности источников трудности о том, что чем больше количество поворотов вне точек, тем сложнее решить задачу. Другими словами, испытуемые с большей вероятностью обнаруживают решения с меньшим количеством поворотов вне точек. Наименьшим количеством поворотов вне точек для существующих решений является 2 поворота, максимальным – 3.

8.4. Методика

Выборка

Выборку исследования составили 49 испытуемых (34 женщины) в возрасте от 16 до 78 лет ($M = 25.96$, $SD = 12.56$). В ходе эксперимента 9 испытуемых отказались от решения задачи на разных этапах решения и были удалены из анализа найденных итоговых решений, но учитывались при анализе действий в первой попытке. В итоговую выборку тех, кто решил задачу вошли 40 человек (28 женщин) в возрасте от 16 до 78 лет ($M = 24.86$, $SD =$

11.62). Все испытуемые проходили эксперимент индивидуально и добровольно, участие в эксперименте не оплачивалось.

Стимульный материал

Для данного исследования была использована модификация классической задачи «9 точек», представленная на рисунке 14. Особенностью данной задачи является иное по сравнению с классической задачей расположение точек при сохранении условия задачи: «Соедините девять точек четырьмя прямыми линиями, не отрывая карандаша от бумаги».

Важной отличительной особенностью данной модификации задачи является наличие нескольких правильных решений, в то время как классическая задача «9 точек» предполагает только одно правильное решение. В то же время, несмотря на наличие нескольких решений, задача представляет трудности для решателя и может рассматриваться в качестве «инсайтной задачи». Основные типы решений данной задачи представлены на рисунке 15.

Каждый испытуемый решал данную задачу на планшете с сенсорным экраном, на котором с помощью компьютерной программы, регистрировались точка начала движения и траектория движения (Spiridonov et al., 2019). Каждый испытуемый получал 200 проб на решение задачи. Одна проба представляет собой последовательность движений по экрану планшета от момента касания экрана до момента отрывания кончика пальца от сенсорного экрана. Сразу после окончания пробы нарисованное изображение исчезало с экрана. Эксперимент проводился на планшете Acer One 10 с диагональю экрана 10.1 дюймов.

Процедура

Испытуемые продолжали решать задачу до тех пор пока не найдут правильного решения. Неконвенциональные решения не рассматривались в качестве правильных. Знакомство с классической задачей 9 точек специально не фиксировалось, но постэкспериментальный опрос ненаивных испытуемых показал, что, по их мнению, это не помогало в решении данной задачи. Время решения задачи не фиксировалось и не ограничивалось.

8.5. Результаты

В качестве зависимых переменных в эксперименте рассматривались: количество пересеченных точек первым действием в первой попытке, выбор итоговой конфигурации решения (одной из четырех типов, выявленных в ходе эксперимента, рисунок 15), последовательность действий в найденном итоговом решении, количество поворотов вне точек в найденном итоговом решении.

Для проверки первой гипотезы о том, что в ходе первой попытки решить задачу в качестве первого действия предпочитают линии с наиболее высокой ценностью, то есть пересекающие максимальное число точек (3) были проанализированы данные первой проведенной линии в первой пробе у всех 49 испытуемых. В трех из 49 случаев не удалось однозначно отнести первое действие к какой-либо категории (например, была проведена линия вне точек), поэтому они были обозначены как «другое». Остальные случаи были обозначены как «линия, пересекающая 2 точки» и «линия, пересекающая 3 точки». Сырые данные представлены в таблице 3. Было выявлено, что с вероятностью, значимо превышающую вероятность случайного выбора, выбирается «линия, пересекающая 3 точки» ($p = .038$, FET).

	Линия, пересекающая 3 точки	Линия, пересекающая 2 точки	Другое
Наблюдаемые частоты	33 (.67)	13 (.27)	3 (.06)
Ожидаемые частоты	25 (.5)	25 (.5)	-

Таблица 3. Распределение частот типа линии, использованной в качестве первого действия в первой пробе (в скобках приведены вероятности)

Анализ итоговой последовательности действий в полученном решении был проведен на 40 испытуемых, которые нашли итоговое решение. Он продемонстрировал значительное предпочтение последовательности 2-2-3-2 (вероятность выбора составила .45) по сравнению с другими последовательностями в решении (Таблица 4). Анализ с помощью точного критерия Фишера продемонстрировал, что наблюдаемое распределение частот значительно отличается от ожидаемых распределений, но при этом статистически значимо не отличается от распределения, предсказанного при величине горизонта планирования в три хода.

	Горизонт планирования	3-2-2- 2	2-3-2- 2	2-2-3-2	2-2-2-3	Точный критерий Фишера
Наблюдаемые частоты		10 (.25)	10 (.25)	19 (.475)	1 (.025)	
Ожидаемые частоты	1	40 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	$p < .001$
	2	20 (.5)	20 (.5)	0 (0)	0 (0)	$p < .001$
	3	13 (.33)	13 (.33)	13 (.33)	0 (0)	$p = .53$
	4	10 (.25)	10 (.25)	10 (.25)	10 (.25)	$p < .001$

Таблица 4. Распределение частот выбора итоговой последовательности действий в полученном решении (в скобках приведены вероятности)

Анализ найденных конфигураций правильного решения показывает картину обратную тому, что предсказывает теория продвижения к цели и мониторинга прогресса. Наиболее частотной конфигурацией решения является решение А (27), а не решения В (7) и D (1), как предсказывает теория. Частота обнаружения конфигураций решения представлена в таблице 5. Эмпирически наблюдаемое распределение нахождения конфигураций значительно отличается от предсказанного распределения ($p < .001$, FET).

	А	В	С	Д
Наблюдаемые частоты	27 (.675)	7 (.175)	5 (.125)	1 (.025)
Ожидаемые частоты	0 (0)	20 (.5)	0 (0)	20 (.5)

Таблица 5. Распределение частот выбора итоговой конфигураций полученного решения (в скобках приведены вероятности)

Анализ результатов по дополнительной гипотезе о том, что чем больше поворотов вне точек, тем сложнее решить задачу также не подтверждает теоретические предсказания. Предпочтения в выборе решения в зависимости от количества поворотов вне точек значительно отличается от случайного выбора ($p = .004$, FET), однако, вопреки теоретическим предсказаниям, испытуемые значительно чаще обнаруживают решения с тремя поворотами вне точек (Таблица 6).

	3 поворота вне точек	2 поворота вне точек
Наблюдаемые частоты	33 (.825)	7 (.175)
Ожидаемые частоты	< 20 (< .5)	> 20 (> .5)

Таблица 6. Распределение частот выбора решения в зависимости от количества поворотов вне точек (в скобках приведены вероятности)

8.6. Обсуждение

Гипотезы данного исследования были выдвинуты на основе теоретических положений теории продвижения к цели и мониторинга прогресса. Единственная полностью подтвержденная гипотеза касается выбора первого действия в начале решения задачи. Мы проверяли предсказание, что в первой попытке решения испытуемые с большей вероятностью используют эвристику максимизации. Действительно, испытуемые значимо чаще стараются первым действием перечеркнуть максимально возможное количество точек за одно действие. Для данной задачи оно равно трем. Полученная структура данных соответствует предположению теории о явном предпочтении испытуемых максимально приблизиться к цели первыми действиями. В то же время, можно также утверждать, что такие данные указывают и на небольшой горизонт планирования в начале решения, поскольку, например, при горизонте планирования равном четырем действиям, любые возможные решения равновероятны.

Однако, большинство гипотез не получили свое подтверждение, что говорит о необходимости пересмотра или уточнения данной теории. Теория продвижения к цели и мониторинга прогресса предполагает, что последовательность действий в итоговом решении, в котором сначала перечеркивается 3 точки, затем по 2 точки в каждом из оставшихся действий (3-2-2-2) является наиболее вероятной. В то же время, полученные нами данные указывают на то, что наиболее вероятной последовательностью является последовательность 2-2-3-2, что противоречит прямому предсказанию. Анализ указывает на то, что горизонт планирования у испытуемых составляет 3 единицы.

Анализ конфигураций найденных решений продемонстрировал, что испытуемые, как правило, обнаруживают конфигурацию А. При этом конфигурация А является неудачной как с точки зрения теории продвижения к цели и мониторинга прогресса, так и с точки зрения модели множественных источников трудностей, поскольку её решение начинается не с действия с мак-

симальной ценностью, а также решение имеет большое число поворотов вне точек. В то же время, посмотрев на конфигурацию А, можно обнаружить её относительно простую, почти симметричную форму. Эта форма может быть описана, например, как «треугольник с дополнительной линией». По полученным результатам мы также видим, что большое количество поворотов вне точек не является препятствием для обнаружения этой конфигурации. Конфигурации с тремя поворотами вне точек обнаруживаются в подавляющем количестве случаев, несмотря на теоретические предсказания.

Таким образом, складывается впечатление, что испытуемые меняют стратегии решения задачи, в частности варьируя размер горизонта планирования. Но как это возможно? В начальных попытках решения решатели действительно пользуются стратегией максимизации продвижения к цели, но к успеху, как правило, приводят те попытки, в которых испытуемые отходят от этой эвристики. Успешное решение связано с размером горизонта планирования равным 3 действия. Увеличение горизонта планирования может быть достигнуто за счет объединения трех действий в одну схему «треугольника». Такая схема может использоваться как один чанк или единица в рабочей памяти. Другими словами, при сохранении того же когнитивного ресурса, изменение горизонта планирования возможно благодаря укрупнению единиц или масштабированию, которое может лежать в основе креативности (Ohlsson, 2011). Таким образом, горизонт планирования может меняться в ходе решения задач от пробы к пробе за счет укрупнения чанков и масштабированию, благодаря чему происходит поиск более крупных заготовок решения.

При этом остаются два важных вопроса: «Почему так трудно обнаружить конфигурации В и D при использовании эвристики приближения к цели?» и «Почему проще обнаружить конфигурацию А?». Отвечая на первый вопрос можно обнаружить, что решения В и D требуют открытия множества новых допущений и возможностей в задачном пространстве: возможен выход

за пределы, возможен поворот вне точек, можно строить необычные (острые, тупые, несимметричные) углы, можно пересекать ранее нарисованные линии вне точек и т.д. (рисунок 16). Только открытие всех этих возможностей позволяет успешно решить модифицированную задачу «9 точек» методом приближения к цели. Содержательный анализ проб показывает, что многие испытуемые обнаруживали три из четырех действий для обнаружения конфигураций В и D, но не находили последнего действия. В то же время, конфигурация А обладает рядом преимуществ по сравнению с предсказанными конфигурациями: она не имеет нестандартных углов и не имеет пересечений вне точек. Кроме того, конфигурация А – это хорошая фигура, которую можно усмотреть как единый элемент в рамках горизонта планирования.

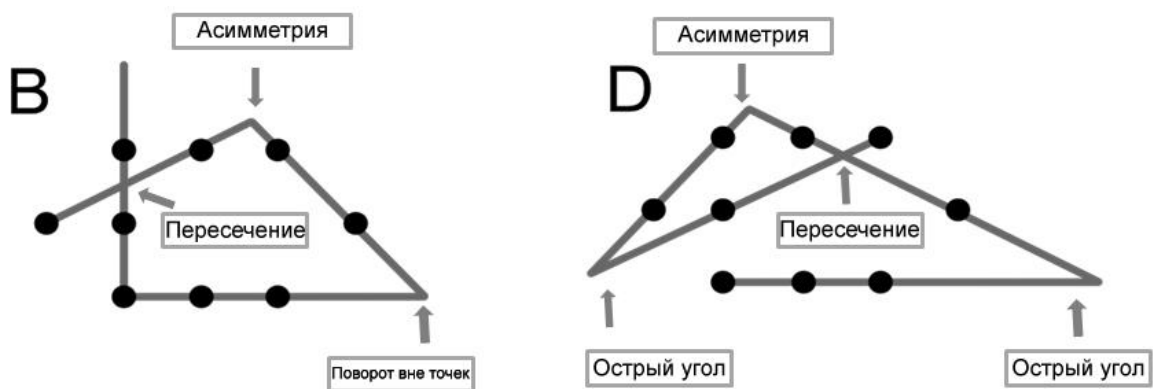


Рисунок 16. Основные источники трудностей при решении с помощью эвристики приближения к цели для конфигураций В и D

8.7. Эксперимент 2

В результате проведения первого эксперимента остается достаточно большое количество вопросов. Один из них – чем движимо обнаружение схемы при обнаружении конфигурации А – сознательными нисходящими влияниями или переструктурированием перцептивной группировки. Для оценки этих альтернатив был спланирован и проведен эксперимент 2. Идея эксперимента состояла в том, чтобы продемонстрировать испытуемым гото-

вые конфигурации решения на ограниченное время. Если для кодирования (запоминания) конфигурация А чаще и легче, чем другие решения воспроизводится при демонстрации на более короткое время, то в таком случае можно говорить о низкоуровневой природе кодирования схемы решения. В противоположном случае, можно говорить о необходимости высокоуровневого кодирования конфигурации А. Другими словами, данный эксперимент был направлен на определение того, связано ли более частое обнаружение конфигурации А с быстротой низкоуровневой «схватываемости» схемы или простотой высокоуровневого кодирования.

8.8. Методика

Выборка

Общую выборку исследования составили 85 испытуемых (67 женщин) в возрасте от 17 до 64 лет ($M = 21.17$, $SD = 6.23$). В группу с продолжительным предъявлением решения изначально вошли 43 испытуемых (34 женщины) в возрасте от 17 до 64 лет ($M = 19.49$, $SD = 7.03$). В ходе эксперимента 1 испытуемый отказался от прохождения эксперимента и не был включен в выборку. В итоговую выборку вошли 42 испытуемых (33 женщины) в возрасте от 17 до 64 лет ($M = 19.52$, $SD = 7.11$). В группу с кратковременным предъявлением решения вошли 42 испытуемых (33 женщины) в возрасте от 20 до 45 лет ($M = 22.9$, $SD = 4.79$). Все испытуемые проходили эксперимент индивидуально и добровольно, участие в эксперименте не оплачивалось. Никто из испытуемых ранее не встречался с разновидностями задачи «9 точек».

Стимульный материал

В качестве стимульного материала использовались решения модифицированной задачи «9 точек», представленные на рисунке 15. Эти изображе-

ния представлялись по отдельности в случайном порядке на экране проектора. Испытуемым давалась инструкция воспроизвести изображенное решение как можно быстрее на бумажном бланке. Испытуемым так же сообщалась общая инструкция для данной задачи: «Соедините девять точек четырьмя прямыми линиями, не отрывая карандаша от бумаги».

Процедура

Эксперимент проводился в групповой форме на четырех учебных группах. Все испытуемые были разбиты на две группы: с коротким предъявлением конфигураций (2 секунды) и с длительным предъявлением конфигураций (5 секунд). На экране проектора в аудитории демонстрировался слайд с инструкцией, а затем демонстрировались ответы на модифицированную задачу. Последовательность предъявления изображений в учебных группах внутри экспериментальных групп была различной. Каждое изображение с правильным ответом демонстрировалось на протяжении 2 или 5 секунд (в зависимости от экспериментальной группы), после чего испытуемым давалась 1 минута на воспроизведение. После этого, для тех испытуемых, кто не успел воспроизвести решение, изображение предъявлялось второй раз на то же время, после чего давалась минута на воспроизведение. Максимальное время, которое давалось на поиск каждого решения составляло 3 минуты и каждое изображение демонстрировалось трижды. После истечения трех минут, испытуемым демонстрировалась следующая конфигурация. Таким образом, чистое время, которое давалось на поиск всех решений составило (4×3) 12 минут. Для поиска решения и записи ответов испытуемым давались бумажные бланки, с напечатанной задачей. Каждый испытуемый самостоятельно отмечал в рамках какого временного отрезка он обнаружил решение.

Инструкция испытуемому: «Вам будет предъявлена задача, в которой требуется соединить 9 точек четырьмя прямыми линиями, не отрывая карандаша от бумаги. Эта задача имеет несколько правильных решений. Эти ре-

шения будут показаны на экране. Ваша задача – в точности воспроизвести каждое из этих решений на выданных Вам бланках. Решение будет предъявлено только на 2 секунды (5 секунд), после чего Вам будет дана минута на воспроизведение этого решения. Если Вы не нашли решения, то через минуту оно будет предъявлено повторно, и так – всего трижды. Если Вы нашли решение на первой минуте, то запишите на бланке «1 минута», если на второй минуте – «2 минута», на третьей минуте – «3 минута». Если решение не было найдено – ставьте прочерк».

8.9. Результаты

В качестве зависимой переменной мы использовали процент решений за первую минуту решения, поскольку большая часть испытуемых обнаруживала решение А на первой же минуте, а многие из испытуемых – через несколько секунд после начала воспроизведения. В таблице 7 приведены показатели процента испытуемых, которые обнаружили соответствующее решение за первую минуту.

	А	В	С	Д
Наблюдаемые частоты (5 сек.) $N = 42$ $n = 73$	35 (83.3%)	22 (52.4%)	7 (16.7%)	9 (21.4%)
Ожидаемые частоты при количестве найденных решений $n = 72$	18	18	18	18
(2 сек.) $N = 42$ $n = 136$	28 (66.7%)	27 (64.3%)	5 (11.9%)	3 (7.1%)
Ожидаемые частоты $n = 62$	16	16	16	16

Всего $N = 84$ $n = 136$	63 (75%)	49 (58.3%)	12 (14.3%)	12 (14.3%)
Ожидаемые частоты $n = 136$	34	34	34	34

Таблица 7. Частота найденных решений за первую минуту (в скобках приведены проценты обнаружения решения от общего количества испытуемых, $N = 84$). N – количество испытуемых, n – количество найденных решений

Сравнение частот воспроизведения конфигураций, показанных испытуемым на 5 секунд, с гипотетическим равномерным распределением выявило значимые различия, $\chi^2(3, N = 145) = 13.69, p = 0.003, Cramer's V = 0.4$. Из этого следует, что частота правильного воспроизведения конфигураций решения задачи неодинакова. Решения А (83.3%) и В (52.4%) значительно чаще обнаруживаются за первую минуту, чем решения С (16.7%) и D (21.4%). Сравнение двух наиболее частотных решений показывает, что решение А при демонстрации на 5 секунд значимо чаще обнаруживается в течение первой минуты, чем решение В, $\chi^2_{Yates}(1, N = 84) = 3.98, p_{Yates} = .046, \Phi = 0.218$.

Сравнение частот воспроизведения конфигураций, показанных испытуемым на 2 секунды, с гипотетическим равномерным распределением выявило значимые различия, $\chi^2(3, N = 127) = 20.74, p = 0.0001, Cramer's V = 0.4$. Из этого следует, что частота правильного воспроизведения конфигураций решения задачи также как и в группе с продолжительным предъявлением решения неодинакова. Решения А (66.7%) и В (64.3%) значительно чаще обнаруживаются за первую минуту, чем решения С (11.9%) и D (7.1%). Сравнение двух наиболее частотных решений показывает, что частота обнаружения в течение первой минуты решения А и решения В при демонстрации на 2 секунды значимо не различается, $\chi^2_{Yates}(1, N = 84) = 0.05, p_{Yates} = .823, \Phi = 0.024$.

Сравнение распределений частот между двумя экспериментальными

группами показал, что распределения между собой значимо не различаются, $\chi^2(3, N = 136) = 3.9, p = .27, Cramer's V = 0.17$. Следует отметить, что частота нахождения решения А за первую минуту выполнения задания в двух условиях также значимо не различается, $\chi^2_{Yates}(1, N = 84) = 1.19, p_{Yates} = .275, \Phi = 0.119$.

8.10. Обсуждение

Данный эксперимент был направлен на проверку одной из возможных альтернатив: конфигурация А обнаруживается чаще в решении модифицированной задачи «9 точек» благодаря низкоуровневым механизмам схватывания конфигурации или высокоуровневым процессам кодирования и наложения схемы на изначальную конфигурацию точек. Проведенный эксперимент был направлен на то, чтобы проверить – требуется ли для разных конфигураций решения различное время для кодирования и насколько быстро происходит кодирование конфигурации А. В целом, полученные результаты не дают однозначной сильной аргументации за одну из альтернатив. Однако общая тенденция результатов указывает скорее на высокоуровневое кодирование. В частности, при увеличении времени предъявления решения на экране процент испытуемых, обнаруживших решение А за первую минуту продемонстрировал рост с 67% до 83%. Однако, данный результат оказывается незначимым, поскольку, как можно видеть, эффективность поиска решения и в случае короткого предъявления оказывается достаточно высока. Для дальнейшего исследования в этом направлении имеет смысл вводить более точную метрику, такую, например, как точное время решения. К сожалению, в данном эксперименте реализовать это было довольно затруднительно.

В то же время, решение А получает преимущество по сравнению с решением В при увеличении времени предъявления конфигурации. При увеличении времени предъявления конфигурации вероятность найти решение А в первую минуту растет, в то время как вероятность обнаружения решения В

остается на прежнем, хотя и довольно высоком уровне. Преимущество дополнительного времени для решения А может состоять в том, что схема решения требует также и кодировки способов наложения решения на точки, а также модификации исходной схемы «треугольник» до требуемой конфигурации. Таким образом, данные в целом указывают на высокоуровневую природу кодирования и оперированием схемами в решении А модифицированной задачи «9 точек».

8.11. Общее обсуждение

Неуспешность теории продвижения к цели и мониторинга прогресса и модели множественных источников трудности при решении задачи «9 точек», на наш взгляд, можно объяснить тем, что данные теории рассматривают поиск решения как использование пошаговой стратегии. Решатель планирует действия ровно настолько, насколько это позволяет сделать его горизонт планирования. Такое решение напоминает слепой поиск, в котором совершаются осмысленные действия ровно настолько, насколько освещено пространство, а затем выбор осуществляется «наощупь». Слепой, движимый стимулом поиск направляется той картиной, которая сформировалась в результате предыдущих действий. В то же время, возможна и другая стратегия – зрячего поиска, в котором поиск определяется ожиданием о том, как должна выглядеть конечная конфигурация. При такой стратегии поиск может вестись путем усмотрения или наложения некоторой схемы, например треугольника, на расположение точек. Примером такой стратегии могут служить попытки изобразить фигуры в рамках 9 точек (Рисунок 17) и вокруг 9 точек (Рисунок 18). Такие попытки бесполезны с точки зрения теорий слепого поиска, но демонстрируют возможности поиска решения, который отталкивается от ожиданий.

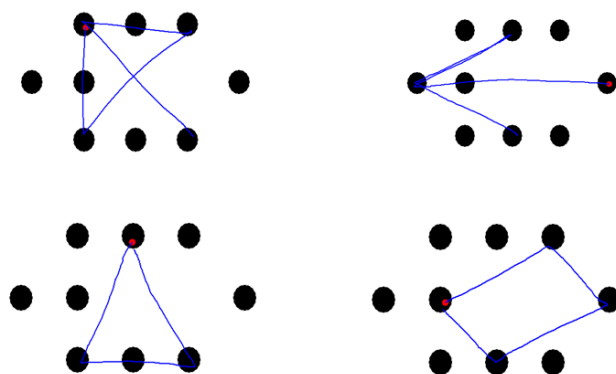


Рисунок 17. Примеры безуспешных попыток наложения конфигураций на расположение точек

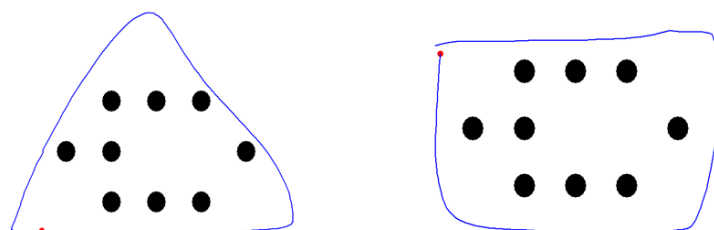


Рисунок 18. Примеры безуспешных попыток использования конфигураций с учетом возможностей выхода за пределы и поворота вне точек

Полученные данные демонстрируют ограничения теории продвижения к цели и мониторинга прогресса. Как нами показано, объяснение решения инсайтных задач недостаточно без учета факторов масштабирования и укрупнения чанков, а также выдвижения новых допущений, благодаря которым можно преодолеть множественные источники трудностей при решении задачи. Более того, мы предполагаем существование поиска решений, идущего от цели, который осуществляется применением готовых схем к решению, что может значительно сэкономить когнитивные ресурсы. Еще одной перспективой этого исследования может быть использование модифицированной задачи «9 точек» для обнаружения связи между нахождением решения через поиск от цели и переживанием инсайта. Кроме того, задача с несколь-

кими решениями может быть полезна для исследования функции эстетических переживаний «хорошей фигуры» в решении инсайтных задач.

Данная глава показывает, что схемы участвуют в решении инсайтных задач, а нахождение решения может быть следствием удачной подстановки готовой мыслительной схемы и её модификации под конкретную задачу. Оперирование мыслительными схемами может носить высокоуровневый характер, поскольку схема требует «подгонки» под данную задачу.

Выводы по главе

8.1. Инсайтное решение может представлять собой поиск и обнаружение схемы итогового решения даже при условии доступности пошагового эвристического решения. Следствия из низкоуровневой теории изменения репрезентации и высокоуровневой теории задачного пространства оказываются недостаточно эффективны в объяснении распределения типов решения в разработанной нами модифицированной задачи «9 точек». Несмотря на доступность итоговых конфигураций, соответствующих предсказаниям моделей, испытуемые чаще обнаруживают хорошо схематизированную конфигурацию.

8.2. Поиск схем в памяти можно представить как «зрячий» поиск репрезентации целевого состояния в противоположность «слепому» поиску последовательности действий. Схема итогового решения обеспечивает целенаправленный поиск благодаря тому, что представляет собой образ конечной цели. Эффективность использования схемы итогового решения связана с легкостью её распознавания и удержания в памяти. Процесс оперирования мыслительными схемами в решении задач носит высокоуровневый характер.

ГЛАВА IX. МЫСЛИТЕЛЬНЫЕ СХЕМЫ И АГА-ПЕРЕЖИВАНИЕ

9.1. Постановка проблемы

В данной главе описывается исследование, направленное на поиск связи ага-переживания и преодоления тупика в инсайтном решении. На наш взгляд изучение ага-переживания позволяет проверить некоторые следствия теории мыслительных схем применительно не только к когнитивным, но и к эмоциональным процессам, сопровождающим инсайтное решение. Как было показано в работах А. Данек и коллег (Danek et al., 2016), связь между ага-переживанием и решением классических инсайтных задач оказалась неоднозначной. Ага-переживание достаточно редко встречается в результате решения классических инсайтных задач. Мы предполагаем, что полноценное ага-переживание происходит вследствие полного инсайта, благодаря усмотрению полного пути решения после преодоления тупика (Ohlsson, 1992). Время и усилия, необходимые на развитие решения после частичного инсайта, могут снизить эффект переживания внезапности и удивления. Полный инсайт может происходить в том случае, если после преодоления тупика весь путь от текущего состояния задачи до итогового решения полностью доступен в рамках горизонта планирования. Если такой путь достаточно велик, то он может быть упрощен за счет схем, которые позволяют объединять отдельные действия в группы и укрупнять единицы, хранящиеся в рабочей памяти. Таким образом, компактность схемы, используемой для группировки действий, может рассматриваться как условие ага-переживания в многоходовой инсайтной задаче. Компактность и простота используемой для кодирования решения схемы определяют эстетическое чувство изящности и красоты решения, которое является традиционным признаком правильного решения (Пуанкаре, 2008). Таким образом, с точки зрения теории мыслительных схем ага-переживание, сопровождаемое положительными чувствами, сопровождаемыми эстетическими переживаниями, является результатом обнаружения

соответствия между имеющимися схемами и репрезентацией задачи.

Одним из источников вдохновения для исследователей инсайта являются рассказы выдающихся ученых о своих открытиях. Например, А. Пуанкаре писал: «Перипетии этого путешествия заставили меня забыть о моей работе. Прибыв в Кутанс, мы сели в омнибус, для какой-то прогулки; в момент, когда я встал на подножку, мне пришла в голову идея, без всяких, казалось бы, предшествовавших раздумий с моей стороны, идея о том, что преобразования, которые я использовал, чтобы определить автоморфные функции, были тождественны преобразованиям неевклидовой геометрии. Из-за отсутствия времени я не сделал проверки, так как, с трудом сев в омнибус, я тотчас же продолжил начатый разговор, но я уже имел полную уверенность в правильности сделанного открытия. По возвращении в Кан я на свежую голову проверил найденный результат» (Poincaré, 1910, pp. 326–327; Пуанкаре, 2008. С. 622). В этом отчете обращает на себя внимание парадокс – каким образом Пуанкаре мог испытать инсайт еще до обнаружения решения, как он мог быть уверен в том, что нашел правильное решение, не имея готового решения. Сам А. Пуанкаре считал, что основанием для уверенности в решении может быть изящность или красота идеи (Poincaré, 1952). Созревающие в бессознательной системе идеи, по его мнению, должны проходить отбор и этот отбор, по его мнению, осуществляется на основе эстетических признаков, таких как изящность и простота идеи. В то же время, данная теория не проясняет то, как бессознательная система может оценивать изящность решения, имплицитно рассматривая изящность как свойство самого решения.

Можно было бы предполагать, что интеллектуальные чувства в виде ага-переживания являются следствием нахождения неожиданного инсайтного решения. Однако, в последнее время накапливается много данных о том, что ага-переживание и нахождение инсайтного решения связаны не так однозначно (Webb, Laukkonen, Cropper, Little, 2019). Во-первых, в результате решения инсайтных задач инсайтные переживания встречаются не так часто,

как этого можно было бы ожидать (Danek et al., 2016; Webb, Little, Cropper, 2017). Во-вторых, в решении задач часто встречаются ложные инсайты, то есть ага-переживания, сопровождающие неверные решения, хотя они характеризуются меньшей уверенностью (Danek, Wiley, 2017). В-третьих, чувства, напоминающие ага-переживание, могут встречаться в ситуации осуществления других когнитивных процессов, таких как распознавание образов (Ishikawa, Toshima, Mogi, 2019; Ludmer, Dudai, Rubin, 2011; Muth, Carbon, 2013) и чувство на кончике языка (Choi, Smith, 2005; Schwartz, Metcalfe, 2010; Smith, 1994).

В связи с этим остро встает вопрос о том, какова роль интеллектуальных чувств и ага-переживания в решении инсайтных задач. Мнения исследователей в этом вопросе радикально расходятся. С одной стороны, ряд авторов вообще отказывает ага-переживанию в какой-либо важной роли в инсайтном решении (Chuderski, Jastrzębski, 2018; Klein, Jarosz, 2011; Sandkühler, Bhattacharya, 2008; Weisberg, 2015), рассматривая его как эпифеномен. С другой стороны, исследователи рассматривают ага-переживания как ключевой признак инсайтного решения (Jung-Beeman et al., 2004; Kounios, Beeman, 2014). Исходя из наличия закономерной связи между решением и ага-переживанием можно выделить два взгляда на роль ага-переживания в инсайтном решении: (а) ага-переживание встроено в процесс решения задачи и влияет на когнитивные процессы, задействованные в нем, (б) ага-переживание является эмоциональной реакцией на результат мыслительного процесса.

Ага-переживание как часть процесса решения

Встроенное в процесс решения задачи интеллектуальное чувство, такое как ага-переживание, может выполнять такие функции как сигнализирование об обнаружении интуитивного решения и регулирующую функцию через изменение режимов работы когнитивных процессов. Инсайт может быть описан в терминах Системы 1 и Системы 2 как взаимодействие между сознанием

и бессознательным (Gilhooly, Fioratou, 2009; Gilhooly, Murphy, 2005). Сигнальная функция ага-переживания описывается как сигнал неосознаваемой системы сознанию (Valueva, Lapteva, Ushakov, 2016) об обнаружении интуитивно найденного решения в результате бессознательной работы по поиску решения. Однако экспериментальных аргументов в пользу такой интерпретации до сих пор мало (Lebed, Korovkin, 2017). Лучше всего взаимодействие между двумя такими системами на основе эмоций на сегодняшний день прописано в теории «холодного» и «горячего» познания (Brand, 1985). Холодное познание – система управления когнитивными процессами на основе программирования и прогнозирования, которая чаще всего отождествляется с работой префронтальной коры больших полушарий мозга, в то время как горячее познание – система, работающая на основе сигналов от эмоциональных систем (лимбической системы), обеспечивающая так называемые интуитивные чувства и решения. Система горячего познания чаще всего отождествляется с работой медиобазальной и орбитофронтальной коры (Roiser, Sahakian, 2013). Система холодного познания, с одной стороны, является более совершенной и поздней в онтогенезе, но, с другой стороны, при ряде нарушений системы горячего познания происходит нарушение сигналов от системы имплицитного научения. Важно отметить, что центром управления системой горячего познания, одновременно входящим структурно и в состав лобной коры, и в состав лимбической системы, является передняя поясная кора (АСС), которая является одним из важнейших нейрокоррелятов решения творческих (инсайтных) задач (Dietrich, Kanso, 2010; Subramaniam, Kounios, Parrish, Jung-Beeman, 2009).

Влияние интеллектуальных чувств на процессы решения в большей степени изучены в парадигмах исследования интуиции, особенно в парадигме *Emotion based learning* (Turnbull et al., 2014), где показано, что эмоциональные предпочтения в принятии решений формируются до понимания принципа решения (Maia, McClelland, 2004). Искусственное изменение эмо-

циональных предпочтений способно повлиять на выбор решения (Hinson et al., 2006), что говорит о том, что выбор того или иного решения (альтернативы) может быть детерминирован эмоциональной маркировкой. Схожие данные, демонстрирующие роль эмоциональных сигналов тревоги, были показаны в ходе анализа принятия решений в естественной среде на примере радиостов в условиях риска и неопределенности (Klein, 2004; Лерер, 2010). В теории аффекта как источника информации (Schwarz, Clore, 1983; Schwarz, 2012) продемонстрирован эффект влияния эмоций и настроения на переработку когнитивной информации за счет интерпретации собственных эмоций и чувств, относящихся к задаче. Если чувства не могут быть приписаны какому-то случайному влиянию, они рассматриваются как релевантные при оценке объекта или когнитивного задания. К таким ощущениям и чувствам кроме непосредственно эмоций могут относиться также нахмуренные брови, голод, а также чувства, возникающие при чтении трудночитаемого шрифта (Schwarz, 2012).

Однако результаты, полученные на материале интуитивного принятия решений, не могут быть автоматически перенесены на инсайт, поскольку феномены инсайта и интуиции хотя и являются родственными, все же имеют различия (Zander, Öllinger, Volz, 2016; Zhang, Lei, Li, 2016). В частности, в интуитивном решении решатель может опираться на эмоциональные сигналы об известных ему альтернативах, в то время как при инсайте основной проблемой является обнаружение альтернативного решения, альтернативной репрезентации.

Ага-переживание может выполнять регулирующую функцию благодаря интеллектуальным чувствам, которые маркируют перспективные ветви решений (Danek, 2018; Tikhomirov, Vinogradov, 1970). Целью этого может являться сохранение перспективных ветвей в памяти. В то же время неверные ветви могут подавляться негативными эмоциями. Эмоция, сопровождающая интеллектуальные переживания в ходе решения задачи, может подкреплять

выбранную стратегию поведения, а может останавливать осуществляемый процесс для изменения поведения (Simon, 1967). Эмоциональное переживание можно рассматривать как триггер для сохранения или смены режима работы внимания. Это предположение является следствием теории чувств как источника информации, в соответствии с которой эмоции могут рассматриваться как средства смены режимов и стратегий, невыгодных организму для того, чтобы менять свое поведение, подстраивая его под изменяющуюся окружающую среду (Huntsinger, Clore, Bar-Anan, 2010). Изменения в эмоциональных переживаниях могут изменять беглость переработки, в то время как положительная эмоция при инсайте может быть собой реакцией на беглость переработки информации когнитивной системой, что повышает субъективную уверенность в правильности решения независимо от результата (Topolinski, Reber, 2010).

Ага-переживание как эмоциональная реакция на решение

Несмотря на широкий спектр аргументов в пользу того, что ага-переживание является сигналом сознанию об обнаружении решения, то есть предваряет решение, имеются также данные о том, что ага-переживание может являться постфактум положительной оценкой найденного решения или простой положительной реакцией на обнаружение решения. С одной стороны, мы можем приписывать эмоцию имплицитной, неосознаваемой системе. Но мы также можем приписывать положительную эмоцию и сознанию, когда сознательная система подкрепляет сама себя, найдя правильное решение. Решатель может положительно оценивать факт нахождения решения, факт нахождения перспективного с его точки зрения решения и даже факт, что он сдвинулся с мертвой точки (Ohlsson, 1992). Ага-переживание можно рассматривать как функцию от степени выраженности фрустрации по ходу решения (Емельянова, Коровкин, 2017). Положительная эмоциональная реакция на то, что решатель сдвинулся с мертвой точки, может быть сигналом того, что он вышел из локального тупика, однако это не гарантирует решателю

нахождение правильного решения, как это предполагает идея, высказанная А. Пуанкаре. Обнаружение перспективных решений как потенциально успешных ветвей в дереве решений, по всей видимости, требует оценки перспективности. Интеллектуальное чувство в этом случае маркирует один из элементов задачи или последовательность действий как заслуживающие внимания. Вопреки традиционному представлению о том, что в школе О.К. Тихомирова эмоциональная реакция изучалась в её сигнальной функции (как эмоциональная реакция до нахождения решения), тщательный анализ показывает, что эмоциональная реакция, регистрируемая с помощью КГР, выявляла маркирующую функцию перспективных решений (Коровкин, 2018). Эмоциональная активация предвосхищает вербализацию, но следует за моторными решениями, тем самым выполняя функцию проверки невербализованных замыслов и сигнализирующую функцию, благодаря которой сознание получает сведения о решении. В случаях, в которых эмоциональная активация запаздывает относительно вербализации, ранее найденные и осознанные решения рассматриваются и проверяются с целью получения санкции на использование (Васильев и др., 1980). Положительная реакция на найденное решение может быть связана с эффектом простого предъявления (Zajonc, 1980). Смысл эффекта состоит в том, что ранее виденные стимулы оцениваются более положительно, поскольку экономятся силы на их распознавание (Кравченко, 2017). Если искусственно усилить симпатию к некоторому стимулу, беглость переработки информации о нем повышается (Doss et al., 2016; Winkielman et al., 2003). На основе этого эффекта можно предполагать, что положительная эмоция при инсайте представляет собой реакцию на беглость переработки информации когнитивной системой (Topolinski, Reber, 2010).

Ага-переживание также может являться реакцией на правильное решение задачи. Однако этот эффект не может быть сведен просто к радости от успеха. В ряде исследований было показано, что выраженное ага-

переживание появляется как реакция на сообщенное правильное решение в той же степени, что и на самостоятельно найденное решение (Kizilirmak, Galvao Gomes da Silva, Imamoglu, Richardson-Klavehn, 2016; Rothmaler, Nigbur, Ivanova, 2017; Webb, Cropper, Little, 2019). При этом любопытно, что в ситуациях, когда нельзя однозначно быстро проверить правильность решения те решения, которые сопровождаются ага-переживанием оказываются верными с большей вероятностью (Danek, Salvi, 2018; Salvi et al., 2016). Возможно, инсайтные решения оказываются чаще правильными, поскольку инсайтные решения появляются в сознании целиком, а аналитические решения могут строиться на догадках, и их решение может быть преждевременно остановлено (Salvi et al., 2016). Ага-переживания могут переноситься и генерализоваться на не связанные с решением когнитивные процессы. Ага-переживания, соседствующие с параллельным заданием по оценке правдивости суждений, могут повышать оценки их правильности (Laukkonen, Kaveladze, Tangen, Schooler, 2020). Кроме того, если рассматривать возможные функции ага-переживания после нахождения итогового решения, то ага-переживание может закреплять найденное решение на будущее (Danek et al., 2013; Ludmer et al., 2011).

Одной из наиболее современных тенденций в области исследований ага-переживаний является изучение субъективных компонентов этого переживания. В той или иной степени в ага-переживании могут быть выделены такие характеристики как внезапность (неожиданность), определенность, удовольствие, удивление, расслабление, возбуждение, а также чувства тупика, фрустрации и беглости переработки (Danek, Wiley, 2017). Анализ различных субъективных компонентов выявляет, что ага-переживания не одинаковы при правильных и неправильных ответах (Danek, Salvi, 2018; Salvi et al., 2016), а также неодинаковы при инсайтных и аналитических решениях одного набора задач (Hedne et al., 2016). Инсайтные решения по сравнению с аналитическими решениями оцениваются с большей уверенностью (Danek,

Wiley, 2017; Webb et al., 2019). В то же время, уверенность в инсайтном решении может быть иллюзорной из-за положительной реакции на беглую переработку решения (Topolinski, Reber, 2010). В решении сложных инсайтных задач уверенность в решении может быть результатом экспертного знания и прошлого опыта, которые позволяют решателю быстро оценить правильность решения (Bilalić et al., 2019).

На текущий момент мало сильных аргументов в пользу сигнальной и регулирующей функций ага-переживания, а те данные, которые есть, в большей степени относятся к процессам интуитивного выбора. Большая часть экспериментальных данных демонстрирует важность функции реагирования на правильный ответ. Поэтому в данном исследовании мы исходим из того, что ага-переживание является формой оценки решения. Наиболее яркими фактами, которые в то же время требуют объяснения, являются: (а) инсайтные, целостные решения приводят к большей уверенности в правильности ответа, (б) инсайтные решения чаще являются правильными. Однако остается вопрос о том, на основе чего решатель может быть уверен в правильности решения до проверки решения или обратной связи.

На наш взгляд, для объяснения этого набора данных и ответа на центральный вопрос может быть полезна теория изменения репрезентации (Ohlsson, 1992, 2011). Вслед за предсказаниями теории изменения репрезентации мы предполагаем, что выраженное инсайтное ага-переживание происходит вследствие полного инсайта, благодаря усмотрению полного пути решения после преодоления тупика (Ohlsson, 1992). Теория предсказывает, что субъективное переживание инсайта, ага-переживание, сопровождается только те случаи, когда финальное решение оказывается достаточно близко. Когнитивная структура, которая позволяет отслеживать прогресс движения к цели, удерживая несколько действий в памяти называется горизонт планирования, *mental lookahead* (MacGregor et al., 2001; Ohlsson, 2011). На языке данной теории, смена репрезентации, сопровождаемая инсайтным переживанием, то

есть *полный инсайт* происходит, если весь путь от нового начального состояния до целевого состояния в пространстве решения может быть виден в рамках ментального горизонта планирования. Если весь путь решения целиком не обозрим, ввиду длины решения или небольшого горизонта планирования, то инсайтное переживание не будет наблюдаться, несмотря на наличие изменения репрезентации, то есть наблюдается *частичный инсайт*.

Мы предполагаем, если путь от текущего состояния задачи до итогового решения достаточно велик, то он может быть упрощен за счет схем. Схемы традиционно рассматриваются как формируемые структуры, которые позволяют осуществлять перенос с одной изоморфной задачи на другую (Gick, Holyoak, 1983; Reed, 2015). Схемы позволяют объединять отдельные действия в группы и укрупнять единицы, хранящиеся в рабочей памяти. Благодаря этому реализуется свойство схем – компактность. В приведенном в начале примере А. Пуанкаре заметил сходство между новыми и известными преобразованиями, которое позволило ему оценить возможный прогресс в задачном пространстве. Таким образом, компактность схемы, используемой для группировки действий, может рассматриваться как условие ага-переживания в многоходовой инсайтной задаче. Компактность и простота используемой для кодирования решения схемы определяют эстетическое чувство изящности и красоты решения, которое является традиционным признаком правильного решения (Poincaré, 1952). Изящность решения можно понимать как эстетическое предпочтение нахождения порядка в сложности (Van Geert & Wagemans, 2020), то есть выявление структур в большом объеме информации, необходимой для решения. Компактность и простота схем может переживаться как красота или изящность решения, поскольку она обеспечивает достижение максимального эффекта при минимуме усилий (da Silva, Crilly, & Hekkert, 2017). Время и усилия, необходимые на развитие решения после частичного инсайта, могут снизить эффект переживания внезапности и удивления. Таким образом, с точки зрения мыслительных схем

ага-переживание, сопровождаемое положительными чувствами, сопровождаемыми эстетическими переживаниями, является результатом обнаружения соответствия между имеющимися схемами и репрезентацией задачи.

Разнообразие экспериментальных данных о свойствах ага-переживания и связи с инсайтным решением порождает множество частных концепций ага-переживания, которые не очень хорошо стыкуются друг с другом или оказываются совершенно несопоставимы. Предложенная нами теория мыслительных схем представляется нам удачно вписывающейся в имеющиеся данные о ага-переживания. С точки зрения теории мыслительных схем, ага-переживание можно рассматривать как результат установления соответствия между репрезентацией или её частью и имеющимися в опыте схемами. Так, например подбор удачной схемы может упаковать достаточно длинный путь (серию действий) до достижения цели в один чанк (одно крупное действие), который обеспечивает возможность увидеть достижимость цели. Ага-переживание с точки зрения данной теории скорее является не сигналом, а результатом оценки, а изящность является результатом оценки достижимости результата благодаря простоте упаковки – чем более компактная схема используется для достижения решения, тем более изящным воспринимается решение. Перефразируя известное утверждение, все гениальное – хорошо упаковано в схемы. Однако, важным отличием от шаблонного решения, которое тоже может основываться на простой схеме, в инсайтном решении эта схема должна быть обнаружена, должен быть проведен процесс упаковки в схему.

9.2. Материал исследования. Задача «10 монет»

В качестве материала для исследования мы выбрали уникальную инсайтную задачу «10 монет» (Öllinger et al., 2017). В данной задаче требуется расположить 10 монет таким образом, чтобы они образовали 5 прямых рядов по 4 монеты в каждом ряду. При этом не допускается накладывать монеты

друг на друга, поскольку задача должна быть решена в плоскости. Задача имеет ряд уникальных свойств для исследователей. Во-первых, в отличие, например, от задачи «9 точек», в которой для поиска необходимо расширить изначально ограниченное задачное пространство, в задаче «10 монет» необходимо сначала наложить правильные ограничения, чтобы сделать задачное пространство более удобным для поиска. Во-вторых, задача имеет несколько решений – каноническое решение изображают в форме пятиконечной звезды, с которой обычно решатели знакомы с детства, в то время как существует множество других, менее симметричных решений, которые представляют собой пересечение пяти прямых линий, не образующих хорошо различимую структуру (рисунок 19).

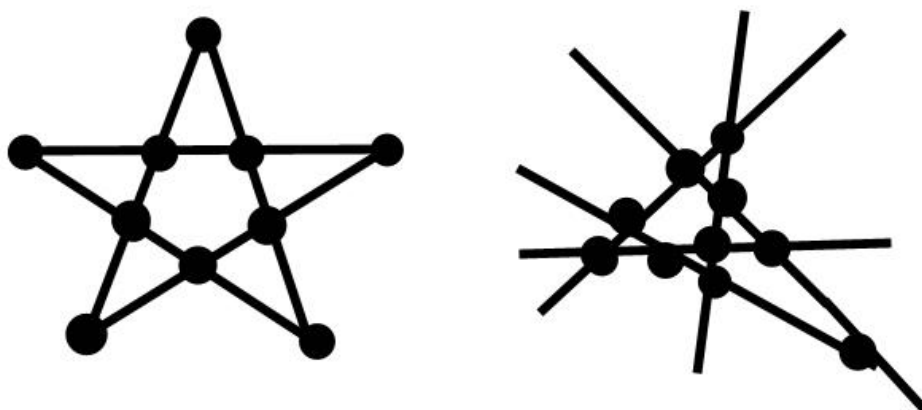


Рисунок 19. Типы правильных решений в задаче «10 точек». Слева – схематизированное решение, справа – несхематизированное решение.

С точки зрения теории мыслительных схем, то обстоятельство, что можно разделить решения на простые, симметричные и сложные, несимметричные, говорит о возможности использовать эти решения, как использующие схематизацию и не использующие схематизацию. Простое решение в форме звезды рассматривается нами как схематизированное решение, кото-

рое доступно категоризации, представляет собой единый чанк и может храниться в рабочей памяти как одна единица. Благодаря таким свойствам этой задачи становится возможным сравнение субъективных переживаний при нахождении двух разных решений в одной и той же задаче.

9.3. Эксперимент 1

Данный эксперимент направлен на проверку идеи, что ага-переживание может быть следствием упаковки решений в виде мыслительных схем. Для этого мы¹⁵ спланировали и провели эксперимент (Korovkin et al., 2020), в котором использовали инсайтную задачу «10 монет», которая допускает два возможных решения – одно решение описывается простой схемой (10 монет могут быть расположены в 5 рядов по 4 монеты в каждом симметрично в виде «звезды»), а второе решение описывается рядом правил (ряды могут пересекаться, одна монета может входить в несколько рядов), соответствует критериям правильного решения, но не образует симметричного и хорошо схематизированного решения. В качестве независимой переменной в данном эксперименте выступал тип решения, а в качестве зависимых переменных мы рассматривали время решения задачи и субъективные показатели ага-переживания, которые измерялись по шести субъективным шкалам: удовольствие, удивление, внезапность, облегчение, уверенность и драйв. В работе использовался внутри-индивидуальный экспериментальный дизайн. Каждый испытуемый находил оба типа решения и дважды выполнял самоотчет.

Мы предполагали, что схематизированность (упакованность в схему) решения инсайтной задачи вызывает более выраженные инсайтные ага-переживания. В более конкретном виде данное предположение может быть сформулировано в виде гипотезы: схематизированное симметричное решение в задаче «10 монет» имеет более выраженные оценки по субъективным шкалам ага-переживания. Дополнительная гипотеза состоит в том, что схе-

¹⁵ Исследование спланировано и проведено совместно с А.Д. Савиновой, Ю.А. Падалкой и А.В. Железовой

матизированное решение может обнаруживаться быстрее, чем несхематизированное решение за счет укрупнения действий, необходимых для решения.

9.4. Методика

Выборка

Выборку исследования составили 40 испытуемых (31 женщина) в возрасте от 12 до 72 лет ($M = 34.83$, $SD = 18.43$). Все испытуемые проходили эксперимент индивидуально и добровольно, участие в эксперименте не оплачивалось. Никто из испытуемых не сообщил, что ранее встречался с задачей «10 монет».

Стимульный материал

В качестве стимульного материала использовалась задача «10 монет», которая предъявлялась испытуемым устно. Задача предъявлялась в следующей формулировке: «Вам даны 10 монет, которые требуется расположить в 5 рядов по 4 монеты в каждом». Испытуемые решали задачу с помощью бумаги и ручки, монеты для решения не предоставлялись. Давалась инструкция найти решение как можно быстрее.

Для оценки эмоционального состояния использовался опросник А. Данек и Дж. Уайли (Danek, Wiley, 2017), состоявший из 6 лайкертовских шкал с одной дополнительной шкалой:

Удовольствие: «В момент, когда я нашел решение, я испытал неприятные (1) – приятные чувства (7)»;

Удивление: «Момент, когда я нашел решение, был для меня ожидаемым (1) – удивительным (7)»;

Внезапность: «Это решение пришло ко мне шаг за шагом (1) – целиком (7)»;

Облегчение: «Когда я решил задачу, то почувствовал напряжение (1) – облегчение (7)»;

Уверенность: «Я не уверен в правильности полученного решения (1) – Я уверен в правильности полученного решения (7)»;

Драйв: «Я с нетерпением жду следующего задания, не согласен (1) – согласен (7)»;

Изящность: «Найденное решение кажется мне не изящным (1) – изящным (7)».

Процедура

Эксперимент проводился в индивидуальной форме. Экспериментатор озвучивал испытуемому задачу «10 монет» на слух. Испытуемому давалось 25 минут на решение задачи. Подсказки по ходу решения задачи не давались. Все испытуемые нашли правильное решение за отведенное время. В результате решения задачи фиксировалось время решения задачи в секундах и тип решения: найдено схематичное или пошаговое решение. После нахождения решения испытуемому предлагалось заполнить опросник инсайтности решения А. Данек и Дж. Уайли. После этого, испытуемому сообщалось, что найденное решение не является единственным и требуется найти другое решение более или менее «изящное», в зависимости от того, какое решение было найдено первым. Процедура нахождения второго решения полностью повторяла процедуру первого решения. Как и в первом случае, испытуемому давалось 25 минут на решение, в результате которых фиксировалось время решения и тип решения. После второго решения так же предлагалось оценить инсайтность решения по шкалам А. Данек и Дж. Уайли.

9.5. Результаты

Процент решений

В результате первой попытки решить задачу все испытуемые уложились в отведенное время, при этом частоты схематизированного ($N = 15$) и несхематизированного ($N = 25$) решения значительно не отличались от равно-

мерного распределения, $\chi^2(1, 40) = 1.27$, $p = 0.26$. В ходе второй попытки решения так же все испытуемые смогли найти другой тип решения, что позволило включить всех испытуемых в итоговый анализ.

Типы решения

Сравнение времени нахождения двух типов решения выявило тот факт, что схематизированное решение требует значимо меньше времени ($M = 260.9$, $SD = 252$) на его нахождение, чем несхематизированное решение ($M = 391.4$, $SD = 280$), $t(38) = 2.44$, $p = .019$, $r = 0.24$. При этом на данный результат могло повлиять то, что во второй попытке время решения ($M = 215.4$, $SD = 196.2$) в целом было значимо меньше, чем в первой попытке ($M = 436.9$, $SD = 294.9$), $t(38) = 4.93$, $p < .001$, $r = 0.4$, а распределение типов решений между попытками было неодинаково, $\chi^2(1, N = 80) = 5$, $p = .025$, $\Phi = 0.161$.

Субъективные оценки ага-переживаний

Для получения общей оценки инсайтности решения были усреднены шесть шкал исключая изящность. Изящность измерялась как отдельная зависимая переменная. Схематизированное решение в целом оценивалось испытуемыми как более инсайтное ($M = 5.22$, $SD = 1.21$), чем несхематизированное решение ($M = 4.57$, $SD = 1.24$), $t(39) = 4.24$, $p = .007$, $r = 0.26$. Схематизированное решение оценивалось испытуемыми как значимо более внезапное ($M = 4.1$, $SD = 2.52$), чем несхематизированное решение ($M = 2.05$, $SD = 1.8$), $t(39) = 4.29$, $p < .001$, $r = 0.42$. Уверенность в ответе при схематизированном решении была значимо выше ($M = 6.75$, $SD = 0.59$), чем при несхематизированном решении ($M = 5.9$, $SD = 1.95$), $t(39) = 2.79$, $p = .008$, $r = 0.28$. Схематизированное решение оценивалось испытуемыми как значимо более изящное ($M = 6.45$, $SD = 1.01$), чем несхематизированное решение ($M = 3.43$, $SD = 2.34$), $t(39) = 7.29$, $p < .001$, $r = 0.64$.

Ряд шкал не показал значимых различий. По шкале удовольствие схематизированное решение ($M = 5.85$, $SD = 1.83$) значимо не отличалось от несхематизированного решения ($M = 5.48$, $SD = 1.71$), $t(39) = 1.03$, $p = .31$. По

шкале удивление схематизированное решение ($M = 4.98$, $SD = 2.27$) значимо не отличалось от несхематизированного решения ($M = 4.55$, $SD = 2.41$), $t(39) = 0.89$, $p = .38$. Схематизированное решение ($M = 5.73$, $SD = 1.89$) значимо не отличалось от несхематизированного решения ($M = 5.5$, $SD = 2.14$) по шкале облегчение, $t(39) = 0.74$, $p = .46$. А также схематизированное решение ($M = 3.93$, $SD = 2.69$) значимо не отличалось от несхематизированного решения ($M = 3.98$, $SD = 2.66$) по шкале драйва, $t(39) = 0.14$, $p = .89$.

9.6. Обсуждение

Данное исследование было проведено с целью проверить идею о том, что ага-переживания являются результатом компактности и простоты схемы найденного решения. Для этого мы использовали задачу 10 монет, в которой можно обнаружить два типа решения. Типы решения отличаются разной степенью схематизированности: одно решение представляет собой простую и хорошо известную фигуру, а другое – в большей степени описывается правилами и отдельными шагами, чем единой структурой. Мы предполагали, что для каждого из этих типов решений будут характерны разные ага-переживания: как общая инсайтность решения, так и отдельные компоненты ага-переживания. Для проверки этой идеи мы просили испытуемых найти оба типа решения и оценить ага-переживания и изящность найденного решения. Далее, мы попарно сравнивали субъективные отчеты между типами решений.

В результате, как мы и предполагали, схематизированное решение оценивалось как более инсайтное по сравнению с несхематизированным. Помимо этого схематизированное решение оценивалось как более изящное, что говорит об удачном выборе задачи для целей эксперимента. Схематизированное решение отличалось и другими параметрами ага-переживания – большей внезапностью и уверенностью. Данные характеристики относятся к когнитивным составляющим ага-переживания (Danek, Wiley, 2017). Этот

факт говорит о том, что повышение общей инсайтности решения связано с когнитивной оценкой качеств найденного решения, а не является простым удовольствием от нахождения решения. Кроме того, уверенность как переживание относительно решения может отражать его правильность в широком спектре задач, даже без получения обратной связи (Четвериков, 2014; Шендяпин, Скотникова, 2015). Мы связываем внезапность нахождения решения с тем, что путь к решению появляется в сознании целиком. Схематичное решение в большей степени соответствует целостному восприятию, благодаря чему полностью помещается в рамки горизонта планирования. По нашему мнению, компактная форма кодировки решения позволяет быстро проверить его на соответствие условиям задачи, что повышает уверенность в найденном решении.

Однако для того, чтобы удостовериться в устойчивости данных результатов в зависимости от степени сложности условий задачи, мы решили провести вторую серию эксперимента. В нем мы решили использовать более простую версию задачи, в которой дополнительно описываются источники сложности задачи.

9.7. Эксперимент 2

Эксперимент 2 был проведен для проверки воспроизводимости результатов первого эксперимента. В то же время, мы решили упростить задачу для испытуемых. Для этой цели мы использовали дополнительную подсказку, которая должна была сократить пространство поиска правильного решения за счет сокращения времени исследования задачного пространства в изначальной репрезентации. Задача «10 монет», используемая нами в эксперименте, является достаточно сложной и содержит в себе ряд ограничений, которые испытуемому необходимо самостоятельно определить и наложить на задачу. Из-за сложности и длительности данного процесса многие решения данной задачи могли сопровождаться не полным, а частичным инсайтом

(Ohlsson, 1992). В связи с этим, мы решили дополнить инструкцию таким образом, чтобы отметить в ней все необходимые ограничения, используя наиболее эффективную инструкцию, выявленную в предыдущих исследованиях (Öllinger et al., 2017). По мнению М. Оллингера и коллег (Öllinger et al., 2017), задача десять монет трудна, поскольку содержит в себе сразу два ограничения: ограничения монет и ограничение отдельных рядов. Ограничение монет состоит в том, что решатель изначально манипулирует отдельными монетами вместо того, чтобы манипулировать рядами монет. Ограничение отдельных рядов состоит в том, что решатель изначально не допускает возможности пересечения рядов. Во втором эксперименте мы использовали инструкцию, которая учитывает оба ограничения.

Основываясь на результатах предыдущего эксперимента мы предполагали, что схематизированный тип решения будет оцениваться как более изящный и более инсайтный (с более выраженными оценками ага-переживаний). По шкалам ага-переживаний схематизированный тип решения будет оцениваться как более внезапный и будет сопровождаться более высокой уверенностью в решении.

9.8. Методика

Выборка

Выборку исследования составили 40 испытуемых (28 женщин) в возрасте от 14 до 63 лет ($M = 30.05$, $SD = 14.26$). Все испытуемые проходили эксперимент индивидуально и добровольно, участие в эксперименте не оплачивалось. Никто из испытуемых не сообщил, что ранее встречался с задачей «10 монет».

Стимульный материал

В эксперименте 2 использовалась та же задача и те же шкалы субъективной оценки ага-переживаний, что и в Эксперименте 1, но со следующими

изменениями. Анкета для измерения субъективных оценок состояла из шести шкал с одной дополнительной шкалой. Мы изменили шкалу уверенности, поскольку испытуемые не понимали о каком моменте в решении спрашивалось в вопросе. В итоге мы использовали следующую формулировку: «В момент нахождения решения я был уверен в правильности моего решения, нет (1) / да (7)».

Процедура

Процедура эксперимента была такой же, как и в Эксперименте 1, но с измененной инструкцией. Мы использовали наиболее эффективную инструкцию из исследования М. Оллингера и коллег (Öllinger et al., 2017): «Вам даны 10 монет, которые требуется расположить в 5 рядов по 4 монеты в каждом. При этом не допускается накладывать монеты друг на друга. Для решения задачи полезно рассматривать пересечения линий как места, где располагаются монеты. Пожалуйста, нарисуйте пять линий таким образом, чтобы каждая линия имела ровно четыре пересечения с другими линиями».

9.9. Результаты

Процент решений

Во втором эксперименте 9 испытуемых не смогли найти решение задачи в ходе первой (3 испытуемых) или второй попытки (6 испытуемых). Данные испытуемые были исключены нами из дальнейшего анализа. Для оставшихся испытуемых с помощью метода хи-квадрат было показано, что частоты схематизированного ($N = 12$) и несхематизированного ($N = 19$) решения в ходе первой попытки значимо не отличались от равномерного распределения, $\chi^2(1, 31) = 0.79, p = 0.37$.

Тип решения

Сравнение среднего времени решения выявило тот факт, поиск схематизированного решения ($M = 362.3, SD = 306$) происходил значимо быстрее,

чем поиск несхематизированного решения ($M = 507.7$, $SD = 347.1$), $t(30) = 2.52$, $p = .017$, $r = 0.22$. Однако данные результаты были получены без учета пробы, в которой решение было найдено. При сравнении проб решения мы не обнаружили значимых различий между первой ($M = 451.1$, $SD = 335.2$) и второй пробой ($M = 418.9$, $SD = 334.9$), $t(30) = 0.51$, $p = .614$. При этом наблюдалось взаимодействие между пробой и типом решения. В первой пробе время поиска схематизированного решения ($M = 516.2$, $SD = 365.3$) не отличалось от несхематизированного решения ($M = 454.2$, $SD = 355.1$), $t(35) = 0.52$, $p = .605$. Во второй пробе схематизированное решение ($M = 584.6$, $SD = 318$) находилось значимо дольше несхематизированного ($M = 314.3$, $SD = 308.6$), $t(29) = 2.35$, $p = .026$, $r = 0.4$.

При сравнении времени решения в Экспериментах 1 и 2 мы обнаружили, что задача из Эксперимента 2 ($M = 487.5$, $SD = 334.5$) решается значимо быстрее, чем задача из Эксперимента 1 ($M = 670.3$, $SD = 425.2$), $t(76) = 2.1$, $p = .039$, $r = 0.23$.

Субъективные оценки ага-переживаний

Схематизированное решение в целом оценивалось испытуемыми как более инсайтное ($M = 5.42$, $SD = 0.87$), чем несхематизированное решение ($M = 4.7$, $SD = 0.95$), $t(30) = 4.67$, $p < .001$, $r = 0.37$. Схематизированное решение оценивалось испытуемыми как значимо более внезапное ($M = 4.16$, $SD = 2.46$), чем несхематизированное решение ($M = 2.39$, $SD = 1.63$), $t(30) = 4.16$, $p < .001$, $r = 0.39$. Кроме того, испытуемые получали больше удовольствия при нахождении схематизированного решения ($M = 6.42$, $SD = 1.29$), чем несхематизированного решения ($M = 5.48$, $SD = 1.39$), $t(30) = 4.12$, $p < .001$, $r = 0.33$. Схематизированное решение оценивалось испытуемыми как значимо более изящное ($M = 6.26$, $SD = 1.44$), чем несхематизированное решение ($M = 4.32$, $SD = 2.2$), $t(30) = 5.03$, $p < .001$, $r = 0.46$.

Ряд шкал не показал значимых различий. По шкале удивление схематизированное решение ($M = 4.94$, $SD = 2.26$) значимо не отличалось от несхематизированного решения.

тизированного решения ($M = 4.16$, $SD = 2.19$), $t(30) = 1.75$, $p = .09$. По шкале облегчение схематизированное решение ($M = 6.06$, $SD = 1.48$) значимо не отличалось от несхематизированного решения ($M = 5.94$, $SD = 1.36$), $t(30) = 0.46$, $p = .65$. Схематизированное решение ($M = 6.03$, $SD = 1.62$) значимо не отличалось от несхематизированного решения ($M = 5.48$, $SD = 1.82$) по шкале уверенность, $t(30) = 1.54$, $p = .134$. А также схематизированное решение ($M = 4.9$, $SD = 2.17$) значимо не отличалось от несхематизированного решения ($M = 4.74$, $SD = 2.11$) по шкале драйва, $t(30) = 0.87$, $p = .393$.

9.10. Обсуждение

Проведением данного эксперимента мы планировали убедиться в устойчивости результатов первого эксперимента при изменении текста задачи. Мы предполагали, что, несмотря на изменение инструкции, схематизированное решение также будет оцениваться как более изящное, а его нахождение будет сопровождаться более выраженным ага-переживанием. Мы также предполагали, что схематизированное решение получит более высокие оценки по шкалам внезапности и уверенности. Для этого мы использовали текст задачи в наиболее упрощенной форме, которая включала в себя дополнительную информацию об источниках трудности задачи. Мы сравнивали параметры ага-переживаний при нахождении схематизированного и несхематизированного типов решений.

В результате мы получили устойчивые результаты, указывающие на более высокую инсайтность и изящность схематизированного решения. Схематизированное решение продемонстрировало более высокие оценки по внезапности, что соответствует ранее найденным результатам. То есть действительно, схематичность решения позволяет внезапно и целостно оценить правильность найденного решения за счет компактного помещения решения в горизонт планирования. Однако анализ отдельных параметров ага-переживаний показал, что некоторые компоненты субъективного рейтинга

ага-переживания изменились по сравнению с первым экспериментом. Например, мы не обнаружили ожидаемых различий по шкале уверенности между схематизированным и несхематизированным решением. Подобный результат мы связываем с двумя параметрами. С одной стороны, дополнительная информация о задаче в большей степени загружает рабочую память, что затрудняет проверку найденного решения. С другой стороны, добавление в условие задачи подсказок создает большее число требований для правильного ответа, что также требует дополнительного времени на проверку и снижает уверенность в момент нахождения решения. Можно предполагать, что уверенность является следствием степени соответствия между количеством требований задачи и очевидностью их соответствия найденному решению. В то же время мы наблюдали, что оценка шкалы удовольствия в схематизированном решении получила более высокие значения, чем в несхематизированном решении. Мы предполагаем, что рост удовольствия также является реакцией на увеличение количества требований в задаче. Испытуемые радуются тому, что смогли найти простое, схематичное, изящное решение в задаче с большим количеством требований.

Таким образом, второй эксперимент подтвердил устойчивость основных положений нашей модели. Однако изменение условий задачи вместе со свойствами решения также может повлиять на характеристики ага-переживания (например, уверенность, удовольствие).

9.11. Общее обсуждение

Общая идея исследования состояла в том, чтобы продемонстрировать, что в основе связи изящности решения и ага-переживания лежит более глубокий механизм – кодировка решения в виде схем. Схема решения позволяет поместить решение целиком в рамки горизонта планирования, проверить соответствие найденного решения условиям задачи и увидеть решение внезапно, без пошагового приближения к цели. Схематичная форма решения явля-

ется основой для хранения общего принципа решения. Для проверки этого предложения мы провели два эксперимента, в которых использовали задачу 10 монет. Данная задача допускает два возможных решения, одно из которых представлено в виде схемы, а другое описывается системой правил о последовательности действий. Это позволяет внутрисубъектно сравнить шкалы ага-переживания при нахождении двух типов решений, отличающихся «изящностью». В первом эксперименте мы просили испытуемых найти оба решения и оценить параметры ага-переживания и изящность решения в классической формулировке задачи. Во втором эксперименте мы использовали сходный дизайн, но инструкция задачи включала в себя дополнительные условия в виде подсказок по преодолению источников трудности. Оба эксперимента показали, что схематизированное решение отличалось большей инсайtnостью, изящностью и внезапностью по сравнению с несхематизированным решением. Эти результаты полностью соответствуют нашим ожиданиям и подтверждают наше исходное предположение о роли схем. В первом эксперименте мы также наблюдали ожидаемый рост уверенности при нахождении схематизированного решения. Однако данный результат не был воспроизведен во втором эксперименте, что возможно связано с увеличением количества формальных требований в условиях задачи. Увеличение количества требований также повлияло на оценки по шкале удивления: испытуемые были в большей степени удивлены обнаружению простой фигуры в качестве решения во втором эксперименте.

Возвращаясь к вопросу, поставленному в начале главы, о том, как можно быть уверенным в решении до его проверки, мы можем сформулировать следующие предположения. Идея А. Пуанкаре о роли изящности решения может иметь под собой научное основание, поскольку за изящностью решения может стоять хорошая схематизированность решения. Под схематизированным решением мы понимаем некоторую структуру, благодаря которой решатель может усмотреть весь путь до цели в рамках горизонта плани-

рования. Увидев целиком решение, решатель испытывает ага-переживание, являющееся эмоциональной реакцией на экономию когнитивного ресурса, внезапную ясность пути к цели в рамках заданных условий, возможность быстро оценить правильность решения. Возможность оценить правильность решения зависит не только от размера горизонта планирования и схематизированности решения, но и от возможности оценить соответствие между найденным решением и требованиями задачи. То есть чем больше горизонт планирования, чем больше схематизированность решения, чем решатель яснее понимает, как соотносятся условия задачи с решением, тем в большей степени он будет уверен в правильности.

Стоит отметить, что используемые методы оценки ага-переживания имеют ограничения. Проблема состоит как в понимании испытуемыми своих чувств, так и в чувствительности к различению понятий, например, различение удивления и внезапности, удовольствия и облегчения. Кроме того, достаточно сложно отделить момент обнаружения решения от момента, когда испытуемый сказал, что точно нашел решение и уверен в ответе. Так, испытуемые могут изобразить правильное решение, но продолжать решать, поскольку не уверены в том, что смогли его найти. При этом, если забрать у испытуемого его бланк и дать опросник с самоотчетом, то это само по себе может быть признаком правильности решения.

Таким образом, в этой работе показан механизм, благодаря которому чувства инсайта могут отражать изящность решения, действующий как компонент процесса решения задачи. Основные выводы проведенных исследований состоят в том, что: 1) Изящность является функцией схематизированности решения: чем проще и схематичнее организовано решение, тем более изящным оно оценивается; 2) Шкалы ага-переживания и общая степень инсайтности являются следствием нахождения схематизированного решения, которая позволяет поместить решение целиком в рамки горизонта планирования, проверить соответствие найденного решения условиям задачи и уви-

деть решение внезапно, без пошагового приближения к цели; 3) Уверенность в решении определяется степенью соответствия между схемой решения и набором требований задачи.

Выводы по главе

9.1. Ага-переживание инсайтности решения является следствием схематизированности решения, компактной упакованности решения в схему. Более схематизированное решение оценивается как более инсайтное, что проявляется в когнитивном измерении ага-переживании: компактная схема позволяет проследживать путь к полному решению и оценивать правильность решения.

9.2. Когнитивные составляющие ага-переживания (уверенность и внезапность) являются реакцией на характеристики самого решения, а не реакцией на преодоление тупика или преодоление источников трудностей в решении. Показателями успешности преодоления тупика и преодоления источников сложности могут являться время решения и частота обнаружения решения, а показателями итогового решения могут рассматриваться выбор того или иного итогового решения и когнитивные измерения ага-переживания.

ВЫВОДЫ

1. В ходе теоретического анализа проблемы механизмов инсайта (глава 1) было выявлено два подхода, взгляды которых на природу инсайта радикально различны. С точки зрения неспецифического подхода, инсайт является своеобразным эпифеноменом, а процессы, лежащие в его основе, принципиально не отличаются от тех, благодаря которым осуществляется поиск решения в хорошо определенных задачах. Специфический подход, наоборот, утверждает, что должны существовать дополнительные специальные механизмы, позволяющие совершить прорыв в решении. С точки зрения информационного подхода (глава 2) к психологическому анализу мышления, когнитивным механизмом инсайта является изменение неверной репрезентации. Анализ существующих теорий выявляет два основных взгляда на объяснение того, как осуществляется изменение репрезентации. С точки зрения теории задачного пространства, инсайтное решение представляет собой высокоуровневый поиск в пространстве всех возможных репрезентаций с помощью неспецифических эвристик поиска решения. С точки зрения теории изменения репрезентации (глава 3), новая репрезентация образуется путем подавления старой и автоматической сборки новой репрезентации. Позиции, на которых стоят теория задачного пространства и теория изменения репрезентации, принято рассматривать как радикально противоположные в виде специфического и неспецифического подходов. Поэтому требуется теория, примиряющая две радикальные точки зрения.

2. Решением проблемы соотношения высокоуровневых и низкоуровневых процессов является введение понятия мыслительной схемы (глава 4). Под схемой понимается когнитивная структура, позволяющая упростить репрезентацию таким образом, чтобы была возможность оперировать достаточно объемными частями репрезентации в рамках рабочей памяти. Под мыслительной схемой мы понимаем такие схемы, которые определяются

условиями мыслительной задачи. Мыслительные схемы доступны сознательному оперированию.

В общем виде, смена репрезентации при инсайтном решении выглядит следующим образом. Репрезентация задачи состоит из частей, которые представляют собой перцептивные, моторные или мыслительные схемы. Схемы организованы иерархически: репрезентация задачи как совокупность всех репрезентаций относительно данной задачи на высшем уровне кодируется схемами ситуационной модели задачи, ожидания цели и программы действий, которые на нижележащем уровне составлены из схем элементов задачи, действий и подцелей. Поскольку репрезентация задачи представляет собой иерархию схем, то изменение репрезентации может произойти в результате изменения схемы на любом из уровней. При условии неустойчивости мыслительной схемы она может быть изменена в результате восходящих влияний спонтанно актуализированной перцептивной или моторной схемы, как это предполагает теория изменения репрезентации. Доступность мыслительных схем сознанию позволяет осуществлять сознательный поиск подходящей схемы в качестве модели задачи или одной из её составляющих, как это предсказывает теория задачного пространства.

При недоступности подходящей мыслительной схемы сознательному поиску в долговременной памяти и устойчивости ситуационной модели задачи способом поиска новой репрезентации может стать анализ противоречий между схемами внутри репрезентации задачи. Такой анализ может осуществляться на любом из уровней репрезентации, а основной его целью является выведение репрезентации задачи из устойчивого равновесного состояния. Последний тип изменения репрезентации не учитывается в цитируемых моделях и может рассматриваться как новое предсказание предлагаемой нами концепции.

3. На решение инсайтных задач могут оказывать влияние управляющие процессы, что проявляется в росте загрузки управляющих функций по

сравнению с заданиями на продуцирование гипотез. Управляющие функции, обеспечивают процесс изменения репрезентации. В инсайтных задачах наблюдается более высокая общая степень загрузки управляющих функций, чем в творческих заданиях, не требующих изменения репрезентации. Полученные данные о загрузке управляющих функций говорят о невозможности объяснения заключительных этапов решения инсайтных задач только через процессы активации семантических сетей (глава 5).

4. В решении мыслительных задач происходит индукция эксплицируемых структур, которые формируют основу опыта решения задач. Такие эксплицируемые структуры обеспечивают возможность переноса, то есть использования ранее полученного опыта для решения новых мыслительных задач. В механизмах переноса при решении творческих задач важную роль играют механизмы индукции мыслительных схем, которые могут кодировать структуру репрезентации задачи (ситуацию задачи) или процедуру поиска решения. На материале решения длинной серии инсайтных задач выявлен эффект научения решению инсайтных задач, что связано с выработкой схемы процедуры решения (глава 6).

5. Высокоуровневые процессы работы со схемами в решении инсайтных задач, в частности, представлены анализом согласованности и противоречивости между актуализированными схемами и их элементами. Высокоуровневые процессы в виде анализа противоречий между схемами в репрезентации повышают эффективность решения инсайтных задач. В эксперименте было показано, что стимулирование испытуемых к использованию высокоуровневых процессов, направленных на анализ противоречий между схемами в репрезентации задачи, приводит к повышению эффективности решения инсайтной задачи «5 квадратов» Дж. Катона. Стратегии решения инсайтных задач как эксплицируемые структуры в решении задачи могут быть основаны на оперировании содержательно-неспецифическими знаниями о задаче (глава 7).

6. Инсайтное решение может представлять собой поиск и обнаружение схемы итогового решения даже при условии доступности пошагового эвристического решения. Поиск схем в памяти можно представить как целенаправленный поиск репрезентации целевого состояния в противоположность «слепому» поиску последовательности действий. Схема итогового решения обеспечивает целенаправленный поиск благодаря тому, что представляет собой образ конечной цели. Эффективность использования схемы итогового решения связана с легкостью её распознавания и удержания в памяти. Процесс оперирования мыслительными схемами в решении задач носит высокоуровневый характер (глава 8).

7. Ага-переживание инсайтности решения является следствием схематизированности решения, компактной упакованности решения в схему. Более схематизированное решение оценивается как более инсайтное, что проявляется в измерении когнитивном ага-переживании (глава 9).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование было направлено на то, чтобы продемонстрировать необходимость учета мыслительных схем в решении инсайтных задач. Учет этого важного компонента в выявлении механизмов инсайтного решения позволяет преодолеть кажущуюся пропасть между информационным и неогештальтистским теоретическими подходами. С точки зрения информационного подхода к описанию мыслительного процесса, инсайт является результатом аналитического высокоуровневого поиска новой репрезентации в пространстве всех возможных репрезентаций. Неогештальтистский подход строится на идее, что инсайт является не только результатом спонтанного низкоуровневого переструктурирования репрезентации. Мыслительные схемы, как было показано, являются недостающим звеном в цепи рассуждений о том, как одновременно возможны высокоуровневые и низкоуровневые процессы изменения репрезентации. Мыслительные схемы представляют собой одновременно и строительный материал нашего опыта, и средство оперирования этим опытом. Высокоуровневый инсайт возможен как поиск имеющихся схем в опыте решателя, а низкоуровневый инсайт может быть рассмотрен как автоматическое построение схем или актуализация их в памяти. Характерное для традиционного представления данного процесса инсайтное переживание в виде ага-реакции может быть рассмотрено как результат актуализации целостного решения в виде схематизированной репрезентации, благодаря которой становится доступен весь оставшийся до итогового решения путь. Репрезентация задачи представляет собой конструкцию, состоящую из составных элементов, каждый из которых устроен по принципу схем. Схематизированными составными частями являются ситуация задачи, элементы задачи и процедуры решения.

В данной работе с помощью экспериментальных методов мы стремились последовательно продемонстрировать обоснованность предположений о схематизированной природе инсайтного решения. Было показано, что в ходе

решения длинной серии инсайтных задач возможно научение, которое связано с выработкой стратегий как эксплицируемых структур, не связанных с непосредственным содержанием задачи. Таким образом, высокоуровневые механизмы изменения репрезентации могут лежать в русле поиска противоречий между составными частями репрезентации, внутри схем и между схемами. Важным аргументом в пользу наличия высокоуровневых процессов в инсайтном решении является рост загрузки рабочей памяти на последних секундах решения, который, наиболее вероятно, связан с работой управляющих функций обеспечивающих переструктурирование репрезентации. Внешнее воздействие со стороны экспериментатора, направленное на активацию аналитических процессов с целью поиска конфликта между схемами в решении, позволяет повысить эффективность решения инсайтных задач, несмотря на отсутствие в этом воздействии какой бы то ни было задачно-специфической подсказки. Исследование, проведенное на специально созданной для данной работы модифицированной задаче «9 точек», показало, что решение в инсайтной задаче может представлять собой поиск готовой мыслительной схемы, которая бы соответствовала изначально заданным критериям. Этот факт мы рассматриваем как прямой аргумент в поддержку важной роли схем в инсайтном решении. Схемы позволяют компактно упаковывать репрезентацию и процедуры для решения задачи, что при обнаружении подходящей схематической репрезентации позволяет оценить её перспективность, поскольку путь до итогового решения становится виден полностью, в генерализованном виде. Именно это обстоятельство влияет на то, что в ага-переживании решение описывается как целостное и внезапное, а также то, что решатели уверены в правильности найденного ответа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адамар Ж. Исследование процесса изобретения в области математики. – М.: Советское радио, 1970. – 152 с.
2. Аллахвердов В.М., Гершкович В.А., Карпинская В.Ю., Морошкина Н.В., Наumenко О.В., Тухтиева Н.Х., Филиппова М.Г. Эвристический потенциал концепции Я.А. Пономарева // Психологический журнал, 2015. Т.36. №6. С. 24–34.
3. Андерсон Дж. Когнитивная психология. – СПб.: Питер, 2002. – 496 с.
4. Брушлинский А.В. Мышление и прогнозирование. – М.: Мысль, 1979. – 232 с.
5. Валуева Е.А. Роль инкубационного периода в решении задач. Психология. Журнал Высшей школы экономики, 2016. Т.13. №4. С. 789–800.
6. Валуева Е.А. Сигнальная модель инсайта: основные положения и соотношение с научными взглядами Я.А. Пономарева // Психологический журнал, 2015. Т.36. №6. С. 35–44.
7. Валуева Е.А., Медынцев А.А., Ушаков Д.В. Развитие представлений об инсайте: главные вехи большого пути // Разработка понятий современной психологии / Под ред. А.Л. Журавлева, Е.А. Сергиенко. – М.: Изд-во ИП РАН, 2018. С. 245–265.
8. Валуева Е.А., Ушаков Д.В. Инсайт и инкубация в мышлении: роль процессов осознания // Сибирский психологический журнал, 2017. №63. С. 19–35.
9. Валуева Е.А., Ушаков Д.В. Сигнальная модель инсайта: от исторических предпосылок к эмпирическим предсказаниям // Современные исследования интеллекта и творчества / Под ред. А.Л. Журавлева, Д.В. Ушакова, М.А. Холодной. – М.: Институт психологии РАН, 2015. С. 15–47.
10. Васильев И.А., Поплужный В.Л., Тихомиров О.К. Эмоции и

мышление. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 192 с.

11. Вертгеймер М. Продуктивное мышление. – М.: Прогресс, 1987. – 336 с.

12. Виноградов Ю.Е. Влияние аффективных следов на структуру мыслительной деятельности // Психологические исследования интеллектуальной деятельности / Под ред. О.К. Тихомирова. – М.: МГУ, 1979. С. 50–55.

13. Виноградов Ю.Е. Эмоциональная активация в структуре мыслительной деятельности. Дисс. ... канд. психол. наук. – М., 1972. – 174 с.

14. Владимиров И.Ю., Карпов А.В., Лазарева Н.Ю. Роль управляющего контроля и подчиненных систем рабочей памяти в формировании эффекта серии // Экспериментальная психология, 2018. Т.11. № 3. С. 36–50.

15. Владимиров И.Ю., Коровкин С.Ю., Лебедь А.А., Савинова А.Д., Чистопольская А.В. Управляющий контроль и интуиция на различных этапах творческого решения // Психологический журнал, 2016. Т.37. №1. С. 48–60.

16. Владимиров И.Ю., Маркина П.Н. Объективный и субъективный тупик в процессе инсайтного решения // Вестник ЯрГУ. Серия Гуманитарные науки, 2017. №3(41). С. 76–80.

17. Владимиров И.Ю., Павлищак О.В. Преодоление фиксированности как возможный механизм инсайтного решения // Современные исследования интеллекта и творчества, 2015. № 4. С. 48–64.

18. Владимиров И.Ю., Смирницкая А.В. Снижение фиксированности на неверной стратегии решения задач инсайтного типа методом вербальной дистракции // Вестник ЯрГУ. Серия Гуманитарные науки, 2018. №2(44). С. 88–91.

19. Владимиров И.Ю., Чистопольская А.В. Анализ гностических действий с помощью технологии регистрации движения глаз как метод изучения процесса инсайтного решения // Культурно-историческая психология, 2016. Т.12. №1. С. 24–34.

20. Гельмгольц Г. Как приходят новые идеи // Психология мышле-

ния. Хрестоматия по психологии / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Ф. Спиридонова, М.В. Фаликман, В.В. Петухова. М.: АСТ: Астрель, 2008. С. 627–629.

21. Джонсон-Лэйрд Ф., Уэйзон П. Проверка гипотез // Психология мышления / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Ф. Спиридонова, М.В. Фаликман, В.В. Петухова. – М.: АСТ: Астрель, 2008. С. 415–421.

22. Дункер К. Качественное (экспериментальное и теоретическое) исследование продуктивного мышления // Психология мышления. – М.: Прогресс, 1965а. С. 21–85.

23. Дункер К. Психология продуктивного (творческого) мышления // Психология мышления. – М.: Прогресс, 1965b. С. 86–234.

24. Дункер К., Кречевский И. О процессе решения задач // Психология мышления. – М.: Прогресс, 1965. С. 235–242.

25. Емельянова С.С., Коровкин С.Ю. Эмоциональное состояние фрустрации в решении инсайтных задач // Вестник ЯрГУ. Серия Гуманитарные науки, 2017. № 1 (39). С. 89–94.

26. Ермакова Т.Н., Владимиров И.Ю. Роль внимания в процессе инсайтного решения // Вестник ЯрГУ. Серия Гуманитарные науки, 2017. №4(42). С. 77–81.

27. Зельц О. Законы продуктивной и репродуктивной духовной деятельности // Психология мышления / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Ф. Спиридонова, М.В. Фаликман, В.В. Петухова. М.: АСТ: Астрель, 2008. С. 44–67.

28. Канеман Д. Думай медленно... решай быстро. – М.: АСТ, 2014. – 656 с.

29. Кедров Б.М. Микроанатомия великого открытия. К 100-летию закона Менделеева. – М.: Наука, 1970. – 247 с.

30. Кёлер В. Исследование интеллекта человекоподобных обезьян. – М.: Издательство Коммунистической Академии, 1930. – 206 с.

31. Кноблих Г., Олссон С., Рэни Г.И. Исследование решения «инсайтных» задач с использованием регистрации движений глаз // Когнитивная

психология: история и современность: хрестоматия. – М.: Ломоносовъ, 2011. С. 361–367.

32. Корнилов Ю.К. Психология практического мышления. – Ярославль: Диа-пресс, 2000. – 212 с.

33. Коровкин С.Ю. Психологическая структура задачи и актуальная модель ситуации // Вестник ЯрГУ. Серия Гуманитарные науки, 2011. № 2. С.118–122.

34. Коровкин С.Ю. Российская психология как часть универсальной науки // Психологический журнал, 2019. Т. 40. № 2. С. 132–136.

35. Коровкин С.Ю. Фасилитация решения творческих задач: юмор // Психология. Журнал Высшей школы экономики, 2015. Т. 12, №2. С. 172–182.

36. Коровкин С.Ю. Экспериментальные исследования эмоций в мышлении в смысловой теории мышления // Вестник ЯрГУ. Серия Гуманитарные науки, 2018. №2(44). С. 92–96.

37. Коровкин С.Ю., Владимиров И.Ю., Савинова А.Д. Динамика загрузки рабочей памяти при решении инсайтных задач // Российский журнал когнитивной науки, 2014. Т. 1. № 4. С. 67–81.

38. Коровкин С.Ю., Никифорова О.С. Когнитивные и аффективные механизмы юмористической фасилитации решения творческих задач // Экспериментальная психология, 2014. Т. 7, №4. С. 37–51.

39. Коровкин С.Ю., Савинова А.Д. Анализ и синтез как механизмы инсайтного решения // Психологический журнал, 2016. Т.37. №4. С.32–43.

40. Коровкин С.Ю., Савинова А.Д., Владимиров И.Ю. Мониторинг динамики загрузки рабочей памяти на этапе инкубации инсайтного решения // Вопросы психологии, 2016. № 2. С. 148–162.

41. Котовский К., Хейс Дж., Саймон Г. Почему некоторые задачи сложны? Вид с Ханойской башни // Психология мышления / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Ф. Спиридонова, М.В. Фаликман, В.В. Петухова. – М.: АСТ: Астрель, 2008. С. 405–414.

42. Кравченко Ю.Е. Экономия усилий и позитивные переживания // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 15 июня 2017 г. / Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман. – М.: ООО «Буки Веди», ИППиП, 2017. С. 190–193.
43. Лакофф Дж., Нуньес Р. Откуда взялась математика: как разум во плоти создает математику // Горизонты когнитивной психологии: Хрестоматия / Под ред. В.Ф. Спиридонова, М.В. Фаликман. – М.: Языки славянских культур, РГГУ, 2012. С. 29–47.
44. Лазарева Н.Ю. Возникновение эффекта фиксированности как следствие сохранения ранее эффективной схемы решения в рабочей памяти // Естественно-научный подход в современной психологии / Отв. ред. В.А. Барбанщиков. – М.: Издательство «Институт психологии РАН», 2014. С. 520–527.
45. Лаптева Е.М. Движения глаз как индикатор знания ответа при решении анаграмм // Экспериментальная психология, 2016. Т. 9. №. 3. С. 41–53.
46. Лерер Дж. Как мы принимаем решения? – М.: Астрель, Corpus, 2010. – 350 с.
47. Логинов Н.И., Спиридонов В.Ф. Современные исследования инсайта: что мы узнали об инсайте после гештальтпсихологов // Вопросы психологии, 2019. № 4. С. 146–154.
48. Лунева А.Р., Коровкин С.Ю. Исследование роли межполушарного взаимодействия в решении задач: поведенческие и физиологические данные // Экспериментальная психология, 2019. Т. 12. № 2. С. 35–46. doi:10.17759/exppsy.2019120203
49. Майер Н. Мышление человека // Психология мышления / Под ред. А.М. Матюшкина. – М.: Прогресс, 1965а. С. 245–299.
50. Майер Н. Об одном аспекте мышления человека // Психология мышления / Под ред. А.М. Матюшкина. – М.: Прогресс, 1965b. С. 300–312.

51. Матюшкин А.М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. – М.: Педагогика, 1972. – 168 с.
52. Мачинская Р.И. Управляющие структуры мозга // Журнал высшей нервной деятельности, 2015. Т. 65. № 1. С. 33–60.
53. Медынцев А.А. Влияние имплицитной подсказки на автоматические процессы обработки информации в задаче на решение анаграмм // Экспериментальная психология, 2017. Т.10. №1. С. 23–37.
54. Меткэлф Ж., Вибе Д. Предсказуем ли инсайт // Психология мышления / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Ф. Спиридонова, М.В. Фаликман, В.В. Петухова. – М.: АСТ: Астрель, 2008. С.400–404.
55. Морозов И. М., Коровкин С. Ю. Модели понимания в решении задач // Вестник ЯрГУ. Серия Гуманитарные науки, 2017. № 3 (41). С. 81–84.
56. Морозова Е.Н., Коровкин С.Ю. Влияние внешнего подкрепления на решение инсайтных и неинсайтных задач // Теоретическая и экспериментальная психология, 2018. Т.11. №2. С. 8–18.
57. Морозова Е.Н., Коровкин С.Ю. Влияние категориальной структуры задачи на процесс решения // Вестник ЯрГУ. Серия Гуманитарные науки, 2017. № 2 (40). С. 106–109.
58. Найссер У. Познание и реальность. – М.: Прогресс, 1981. – 230 с.
59. Ньюэлл А., Саймон Г.А. Движение в пространстве задачи // Психология мышления / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Ф. Спиридонова, М.В. Фаликман, В.В. Петухова. – М.: АСТ: Астрель, 2008. С. 138–148.
60. Ньюэлл А., Саймон Г.А. Имитация мышления человека с помощью электронно-вычислительной машины // Психология мышления / Под ред. А.М. Матюшкина. – М.: Прогресс, 1965. С. 457–474.
61. Ньюэлл А., Шоу Дж.С., Саймон Г.А. Процессы творческого мышления // Психология мышления / Под ред. А.М. Матюшкина. – М.: Прогресс, 1965. С. 500–530.
62. Пиаже Ж. Психология интеллекта. – СПб.: Питер, 2004. – 192 с.

63. Пономарев Я.А. Психология творчества. – М.: Наука, 1976. – 303 с.
64. Поташев М.О. Почему вы проигрываете в «Что? Где? Когда?». – Денвер: Издательский дом Вестник, 2011. С. 10–66.
65. Пуанкаре А. Математическое творчество // Психология мышления. Хрестоматия по психологии / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Ф. Спиридонова, М.В. Фаликман, В.В. Петухова. М.: АСТ: Астрель, 2008. С. 619–626.
66. Ришар Ж.Ф. Ментальная активность. Понимание, рассуждение, нахождение решений / Сокр. пер. с франц. Т.А. Ребеко. – М.: Изд-во ИП РАН, 1998. – 232 с.
67. Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования. – М.: Изд-во АПН СССР, 1958. – 145 с.
68. Савинова А.Д. Динамика загрузки рабочей при решении инсайтных задач. Дисс. ... канд. психол. наук. – М., 2020. – 239 с.
69. Савинова А.Д., Коровкин С.Ю. Решение задач в условиях разнообразной загрузки рабочей памяти // Шаги / Steps. 2019. Т.5. №1. С.112–127.
70. Саймон Г. Науки об искусственном. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 144 с.
71. Секей Л. Знание и мышление // Психология мышления / Под ред. А.М. Матюшкина. – М.: Прогресс, 1965а. С. 343–366.
72. Секей Л. Продуктивные процессы в обучении и мышлении // Психология мышления / Под ред. А.М. Матюшкина. – М.: Прогресс, 1965б. С. 366–387.
73. Спиридонов В.Ф. Новые методы изучения мыслительных процессов // Психология. Журнал Высшей школы экономики, 2013. Т. 10. №4. С. 5–38.
74. Спиридонов В.Ф. Психология мышления: Решение задач и проблем. – М.: Юрайт, 2019. – 323 с.
75. Спиридонов В.Ф., Логинов Н. И. Феномен переноса в решении

мыслительных задач // Избранные разделы психологии научения / Под ред. В.Ф. Спиридонова. – М.: Издательский дом «Дело», РАНХиГС, 2017. С. 277–303.

76. Тверски Б. Телесная и ментальная навигация // Горизонты когнитивной психологии: Хрестоматия / Под ред. В.Ф. Спиридонова, М.В. Фаликман. – М.: Языки славянских культур, РГГУ, 2012. С. 57–69.

77. Тихомиров О.К. Информационная и психологическая теория мышления // Психология мышления / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Ф. Спиридонова, М.В. Фаликман, В.В. Петухова. – М.: АСТ: Астрель, 2008. С. 149–151.

78. Торндайк Э.Л. Мыслит ли животное? // Психология мышления / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Ф. Спиридонова, М.В. Фаликман, В.В. Петухова. М.: АСТ: Астрель, 2008. С. 68–77.

79. Тухтиева Н.Х. Влияние типов изменения иррелевантных параметров задач на эффект установки // Вестник Санкт-Петербургского университета. Социология, 2014. Т. 12. № 3. С. 41–48.

80. Уоллес Г. Стадии решения мыслительной задачи // Психология мышления. Хрестоматия по психологии / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Ф. Спиридонова, М.В. Фаликман, В.В. Петухова. М.: АСТ: Астрель, 2008. С. 298–309.

81. Фаликман М.В. Методология конструктивизма в психологии познания // Психологические исследования, 2016. Т. 9. № 48. С.3.

82. Филяева О.В., Коровкин С.Ю. Поведенческие паттерны в процессе решения творческих задач // Современные исследования интеллекта и творчества. – М.: ИП РАН, 2015. С. 126–140.

83. Фомин А.Е. Метакогнитивный мониторинг решения учебных задач: механизмы и искажения. – Калуга: КГУ, 2015. – 252 с.

84. Харт-Дэвис А. Вся физика в 50 экспериментах. Кот Шрёдингера. – СПб.: Питер, 2019. – 176 с.

85. Хомский Н., Миллер Дж. Введение в формальный анализ естественных языков. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 64 с.
86. Чепмен Л.Дж., Чепмен Дж.П. Пересмотр эффекта атмосферы // Психология мышления / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Ф. Спиридонова, М.В. Фаликман, В.В. Петухова. – М.: АСТ: Астрель, 2008. С. 422–428.
87. Четвериков А.А. Аффективная оценка результата решения когнитивных задач. Дисс. ... канд. психол. наук. – СПб. 2014. – 212 с.
88. Шендяпин В.М., Скотникова И.Г. Моделирование принятия решения и уверенности в сенсорных задачах. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2015. – 201 с.
89. Abraham A., Beudt S., Ott D.V.M., Yves Von Cramon D. Creative cognition and the brain: Dissociations between frontal, parietal-temporal and basal ganglia groups // Brain Research, 2012. N.1482, P. 55–70. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.09.007>
90. Adamson R.E. Functional fixedness as related to problem solving: A repetition of three experiments // Journal of Experimental Psychology, 1952, V.44. N.4. P. 288–291. <https://doi.org/10.1037/h0062487>
91. Anderson J.R., Matessa M., Lebiere C. ACT-R: A theory of higher level cognition and its relation to visual attention // Human-Computer Interaction, 1997. V.12. N.4. P. 439–462.
92. Ash I.K., Wiley J. The nature of restructuring in insight: An individual-differences approach // Psychonomic Bulletin & Review, 2006. V.13. N.1. P. 66–73. <https://doi.org/10.3758/BF03193814>
93. Baddeley A.D. Fractionating the central executive // Principles of frontal lobe function / D. T. Stuss, R. T. Knight (Eds.). – New York: Oxford University Press, 2002. P. 246–260.
94. Baird B., Smallwood J., Mrazek M.D., Kam J.W.Y., Franklin M.S., Schooler J.W. Inspired by distraction: Mind wandering facilitates creative incubation // Psychological Science, 2012. V.23. N.10. P. 1117–1122.

<https://doi.org/10.1177/0956797612446024>

95. Ball L.J., Marsh J.E., Litchfield D., Cook R.L., Booth N. When distraction helps: Evidence that concurrent articulation and irrelevant speech can facilitate insight problem solving // *Thinking & Reasoning*, 2015. V.21. N.1. P. 76–

96. <https://doi.org/10.1080/13546783.2014.934399>

96. Barnett S.M., Ceci S.J. When and where do we apply what we learn? A taxonomy for far transfer // *Psychological Bulletin*, 2002. V.128. N.4. P. 612–637. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.128.4.612>

97. Bartlett F.C. *Remembering: A study in experimental and social psychology*. – Cambridge, UK: Cambridge University Press. 1932. – 317 p

98. Beilock S.L., DeCaro M.S. From poor performance to success under stress: Working memory, strategy selection, and mathematical problem solving under pressure // *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 2007. V.33, N.6. P. 983–998. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.33.6.983>

99. Biello D. Fact or fiction?: Archimedes coined the term “Eureka!” in the bath // *Scientific American*, Dec. 8, 2006. URL: <https://www.scientificamerican.com/article/fact-or-fiction-archimede/>

100. Bilalić M., Graf M., Vaci N., Danek A.H. When the solution is on the doorstep: Better solving performance, but diminished Aha! experience for chess experts on the mutilated checkerboard problem // *Cognitive Science*, 2019. V.43, N.8. P. 1–17. <https://doi.org/10.1111/cogs.12771>

101. Bilalić M., McLeod P., Gobet F. Inflexibility of experts – Reality or myth? Quantifying the Einstellung effect in chess masters // *Cognitive Psychology*, 2008a. V.56. N.2. P. 73–102. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2007.02.001>

102. Bilalić M., McLeod P., Gobet F. Why good thoughts block better ones: The mechanism of the pernicious Einstellung (set) effect // *Cognition*, 2008b. V.108. N.3. P. 652–661. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2008.05.005>

103. Birch H.G., Rabinowitz H.S. The negative effect of previous experi-

ence on productive thinking // *Journal of Experimental Psychology: General*, 1951. V.41. N.2. P. 121–125. <https://doi.org/10.1037/h0062635>

104. Botvinick M.M., Braver T.S., Barch D.M., Carter C.S., Cohen J.D. Conflict monitoring and cognitive control // *Psychological Review*, 2001. V.108. N.3. P. 624–652. <https://doi.org/10.1037//0033-295X.108.3.624>

105. Botvinick M.M., Nystrom L.E., Fissell K., Carter C.S., Cohen J.D. Conflict monitoring versus selection-for-action in anterior cingulate cortex // *Nature*, 1999. N.402. P. 179–181. <https://doi.org/10.1038/46035>

106. Bowden E.M. The effect of reportable and unreportable hints on anagram solution and the Aha! experience // *Consciousness and Cognition*, 1997. V.6. N. 6. P. 545–573. <https://doi.org/10.1006/ccog.1997.0325>

107. Bowden E.M., Jung-Beeman M., Fleck J.I., Kounios J. New approaches to demystifying insight // *Trends in Cognitive Sciences*, 2005. V.9. N.7. P. 322–328. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.05.012>

108. Bower G.H. Mood and memory // *American Psychologist*, 1981. V.36. N.2. P. 129–148. <https://doi.org/10.1037//0003-066x.36.2.129>

109. Bowers K. S., Regehr G., Balthazard C., Parker K. Intuition in the context of discovery // *Cognitive Psychology*, 1990. V.22, N.1. P. 72–110. <https://doi.org/001002859090004N>

110. Branchini E., Savardi U., Bianchi I. Productive thinking: The role of perception and perceiving // *Gestalt Theory*, 2015. V.37. N.1. P. 7–24.

111. Brand A.G. Hot cognition: Emotions and writing behavior // *Journal of Advanced Composition*, 1985-1986. V.6. P. 5–15.

112. Bresson F. Les fonctions de représentation et de communication // *Psychologie, Encyclopédie de la Pléiade* / J. Piaget, P. Mounoud, J.P. Bronckart (Éds.). – Paris: Gallimard, 1987. P.933–982.

113. Brewer W.F. Bartlett's concept of the schema and its impact on theories of knowledge representation in contemporary cognitive psychology // *Bartlett, culture and cognition* / A. Saito (ed.) – Hove, UK: Psychology Press. 2000. P. 69–

114. Brewer W.F., Treyns J.C. Role of schemata in memory for places // *Cognitive Psychology*, 1981. V.13, N.2. P. 207–230. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(81\)90008-6](https://doi.org/10.1016/0010-0285(81)90008-6)

115. Browne M.W. The benzene ring: Dream analysis // *The New York Times*, Aug. 16, 1988. P.10. URL: <https://www.nytimes.com/1988/08/16/science/the-benzene-ring-dream-analysis.html>

116. Burnham C.A., Davis K.G. The nine-dot problem: Beyond perceptual organization // *Psychonomic Science*, 1969. V.17. N.6. P. 321–323. <https://doi.org/10.3758/BF03335259>

117. Camarda A., Borst G., Agogu   M., Habib M., Weil B., Houd   O., Cassotti M. Do we need inhibitory control to be creative? Evidence from a dual-task paradigm // *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 2018. V.12, N.3. P. 351–358. <https://doi.org/10.1037/aca0000140>

118. Cassotti M., Camarda A., Poirel N., Houd   O., Agogu   M. Fixation effect in creative ideas generation: Opposite impacts of example in children and adults // *Thinking Skills and Creativity*, 2016. V.19. N. 1. P. 146–152. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2015.10.008>

119. Catrambone R., Craig D.L., Nersessian N.J. The role of perceptually represented structure in analogical problem solving // *Memory & Cognition*, 2006, V.34. N.5. P. 1126–1132.

120. Chase W.G., Simon H.A. Perception in chess // *Cognitive Psychology*, 1973. V.4. N.1. P. 55–81. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(73\)90004-2](https://doi.org/10.1016/0010-0285(73)90004-2)

121. Chávez-eakle R.A. From incubation to insight: Working memory and the role of the cerebellum // *Creativity Research Journal*, 2007. V.19. N.1. P. 31–34. <https://doi.org/10.1080/10400410709336876>

122. Chein J.M., Weisberg R.W. Working memory and insight in verbal problems: analysis of compound remote associates // *Memory & Cognition*, 2014.

V.42. N.1. P. 67–83. <https://doi.org/10.3758/s13421-013-0343-4>

123. Chein J.M., Weisberg R.W., Streeter N.L., Kwok S. Working memory and insight in the nine-dot problem // *Memory & Cognition*, 2010. V.38. N.7. P. 883–892. <https://doi.org/10.3758/MC.38.7.883>

124. Chen Z. Analogical transfer: From schematic pictures to problem solving // *Memory & Cognition*, 1995. V.23. N.2. P. 255–269. <https://doi.org/10.3758/BF03197226>

125. Choi H., Smith S.M. Incubation and the resolution of tip-of-the-tongue states // *The Journal of General Psychology*, 2005. V.132. N.4. P. 365–376. <https://doi.org/10.3200/GENP.132.4.365-376>

126. Chronicle E.P., MacGregor J.N., Ormerod T.C. What makes an insight problem? The roles of heuristics, goal conception, and solution recoding in knowledge-lean problems // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2004. V.30. N.1. P. 14–27. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.30.1.14>

127. Chronicle E.P., Ormerod T.C., MacGregor J.N. When insight just won't come: The failure of visual cues in the nine-dot problem // *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2001. V.54. N.3. P. 903–919. <https://doi.org/10.1080/713755996>

128. Chrysikou E.G., Weisberg R.W. Following the wrong footsteps: Fixation effects of pictorial examples in a design problem-solving task // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2005, V.31. N.5. P. 1134–1148. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.31.5.1134>

129. Chuderski A. How well can storage capacity, executive control, and fluid reasoning explain insight problem solving // *Intelligence*, 2014. V.46. N.1. P. 258–270. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.07.010>

130. Chuderski A., Jastrzębski J. Working memory facilitates insight instead of hindering it: Comment on DeCaro, Van Stockum, and Wieth (2016) // *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 2017.

V.43. N.12. P. 1993–2004. <https://doi.org/10.1037/xlm0000409>

131. Chuderski A., Jastrzębski J. Much ado about aha!: Insight problem solving is strongly related to working memory capacity and reasoning ability // *Journal of Experimental Psychology: General*, 2018. V.147. N.2. P. 257–281. <https://doi.org/10.1037/xge0000378>

132. Cinan S., Doğan A. Working memory, mental prospection, time orientation, and cognitive insight // *Journal of Individual Differences*, 2013. V.34. N.3. P. 159–169. <https://doi.org/10.1027/1614-0001/a000111>

133. Danek A.H. Magic tricks, sudden restructuring, and the Aha! experience: A new model of nonmonotonic problem solving // *Insight: On the origins of new ideas* / Ed. F. Vallee-Tourangeau. – London: Routledge, 2018. P. 51–78.

134. Danek A.H., Salvi C. Moment of truth: Why Aha! experiences are correct // *The Journal of Creative Behavior*, 2018. V.22. N.4. P. 443–460. <https://doi.org/10.1002/jocb.380>

135. Danek A.H., Wiley J. What about false insights? Deconstructing the Aha! experience along its multiple dimensions for correct and incorrect solutions separately // *Frontiers in Psychology*, 2017. N.7:2077. P. 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.02077>

136. Danek A.H., Fraps T., von Müller A., Grothe B., Öllinger M. Aha! experiences leave a mark: Facilitated recall of insight solutions // *Psychological Research*, 2013. V.77. N.5. P. 659–669. <https://doi.org/10.1007/s00426-012-0454-8>

137. Danek A.H., Wiley J., Öllinger M. Solving classical insight problems without Aha! experience: 9 dot, 8 coin, and matchstick arithmetic problems // *The Journal of Problem Solving*, 2016. V.9. N.1. P. 47–57. <https://doi.org/10.7771/1932-6246.1183>

138. Davidson J.E. Insights about insightful problem solving // *The Psychology of Problem Solving* / Eds. J.E. Davidson, R.J. Sternberg. – Cambridge: Cambridge University Press, 2003. P. 149–175.

<https://doi.org/10.1017/CBO9780511615771.006>

139. Davidson J.E. The suddenness of insight // *The Nature of Insight* / Eds. R. J. Sternberg, J. E. Davidson. – Cambridge, MA: MIT Press, 1995. P. 125–155.

140. Davidson J.E., Sternberg R.J. The role of insight in intellectual giftedness // *Gifted Child Quarterly*, 1984. V.28. N.2. P. 58–64. <https://doi.org/10.1177/001698628402800203>

141. Day S.B., Goldstone R.L. Analogical transfer from a simulated physical system // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2011. V.37. N.3. P. 551–567. <https://doi.org/10.1037/a0022333>

142. da Silva O., Crilly N., Hekkert P. Beauty in efficiency // *Empirical Studies of the Arts*, 2017. V.35. N.1. P. 93–120. <https://doi.org/10.1177/0276237416638488>

143. De Dreu C.K.W., Baas M., Nijstad B.A. Hedonic tone and activation level in the mood – creativity link: Toward a dual pathway to creativity model // *Journal of Personality and Social Psychology*, 2008. V.94. N.5. P. 739–756. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.94.5.739>

144. De Dreu C.K.W., Nijstad B.A., Baas M., Wolsink I., Roskes M. Working memory benefits creative insight, musical improvisation, and original ideation through maintained task-focused attention // *Personality and Social Psychology Bulletin*, 2012. V.38. N.5. P. 656–669. <https://doi.org/10.1177/0146167211435795>

145. DeCaro M.S., Van Stockum C.A., Wieth M.B. When higher working memory capacity hinders insight // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2016. V.42. N.1. P. 39–49. <https://doi.org/10.1037/xlm0000152>

146. DeCaro M.S., Van Stockum C.A., Wieth M.B. The relationship between working memory and insight depends on moderators: Reply to Chuderski and Jastrzêbski (2017) // *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory*

and Cognition, 2017. V.43. N.12. P. 2005–2010.
<https://doi.org/10.1037/xlm0000460>

147. Defeyter M.A., German T.P. Acquiring an understanding of design: evidence from children's insight problem solving // Cognition, 2003. V.89. N.2. P. 133–155. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(03\)00098-2](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(03)00098-2)

148. Detterman D.K. The case for the prosecution: Transfer as an epiphenomenon // Transfer on trial: Intelligence, cognition, and instruction / Eds. D. K. Detterman, R. J. Sternberg. – Westport, CT, US: Ablex Publishing, 1993. P. 1–24

149. DeYoung C.G., Flanders J.L., Peterson J.B. Cognitive abilities involved in insight problem solving: An individual differences model // Creativity Research Journal, 2008. V.20. N.3. P. 278–290.
<https://doi.org/10.1080/10400410802278719>

150. Dietrich A. The cognitive neuroscience of creativity // Psychonomic Bulletin & Review, 2004. V.11. N.6. P. 1011–1026.
<https://doi.org/10.1146/annurev.clinpsy.1.102803.143959>

151. Dietrich A., Kanso R. A review of EEG, ERP, and neuroimaging studies of creativity and insight // Psychological Bulletin, 2010. V.136. N.5. P. 822–848. <https://doi.org/10.1037/a0019749>

152. Dijksterhuis A., Nordgren L.F. A theory of unconscious thought // Perspectives on Psychological Science, 2006. V.1. N.2. P. 95–109.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2006.00007.x>

153. Dodds R.A., Ward T.B., Smith S.M. A review of the experimental literature of incubation in problem solving and creativity // Creativity Research Handbook. Vol.3 / Ed. M. A. Runco. – Cresskill, NJ: Hampton, 2004. P. 251–284.

154. Dominowski R.L. Comment on “An examination of the alleged role of ‘Fixation’ in the solution of several ‘Insight’ problems” by Weisberg & Alba // Journal of Experimental Psychology: General, 1981. V. 110. N.2. P. 193–198.
<https://doi.org/10.1037/0096-3445.110.2.193>

155. Dorfman J., Shames V.A., Kihlstrom J.F. Intuition, incubation, and in-

sight: implicit cognition in problem solving // *Implicit Cognition* / Ed. G. D. M. Underwood. – Oxford, UK: Oxford University Press, 1995. P. 257–296 <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198523109.003.0007>

156. Doss M.K., Bluestone M.R., Gallo D.A. Two mechanisms of constructive recollection: Perceptual recombination and conceptual fluency // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2016. V.42. N.11. P. 1747–1758. <https://doi.org/10.1037/xlm0000273>

157. Dusink E.M., Latour L. Controlling functional fixedness: the essence of successful reuse // *Journal on knowledge based systems – Models and techniques for reuse of designs*, 1996. V.9. N.2. P.137-143.

158. Ellis J.J. Using eye movements to investigate insight problem solving. PhD Thesis, 2012. – 102 p. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2010.12.007>

159. Ellis J.J., Glaholt M.G., Reingold E.M. Eye movements reveal solution knowledge prior to insight // *Consciousness and Cognition*, 2011. V.20. N.3. P. 768–776. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2010.12.007>

160. Engle R.W., Kane M.J., Tuholski S.W. Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and functions of the prefrontal cortex // *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* / Eds. A. Miyake, P. Shah. – Cambridge: Cambridge University Press, 1999. P. 102–134. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139174909.007>

161. Ericsson K., Delaney P. Long-term working memory as an alternative to capacity models of working memory in everyday skilled performance // *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* / Eds. A. Miyake, P. Shah. – Cambridge: Cambridge University Press, 1999. P. 257–297. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139174909.011>

162. Ericsson K.A., Kintsch W. Long-term working memory // *Psychological Review*, 1995. V.102. N.2. P. 211–245. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.102.2.211>

163. Ericsson K.A., Simon H.A. Protocol analysis: verbal reports as data (revised edition). – Cambridge, MA: MIT Press, 1993. – 496 p.
164. Ericsson K.A., Simon H.A. Verbal reports as data // *Psychological Review*, 1980. V.87, N.3. P. 215–251. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.87.3.215>
165. Fedor A., Szathmáry E., Öllinger M. Problem solving stages in the five square problem // *Frontiers in Psychology*, 2015. N.6:1050. P. 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01050>
166. Fedor A., Zachar I., Szilágyi A., Öllinger M., de Vladar H.P., Szathmáry E. Cognitive architecture with evolutionary dynamics solves insight problem // *Frontiers in Psychology*, 2017. N.8:427. P. 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00427>
167. Fleck J.I. Working memory demands in insight versus analytic problem solving // *European Journal of Cognitive Psychology*, 2008. V.20. N.1. P. 139–176. <https://doi.org/10.1080/09541440601016954>
168. Frank M.C., Ramscar M. How do presentation and context influence representation for functional fixedness tasks? // *Proceedings of the 25th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 2003. P. 1345.
169. Gentner D. Structure-mapping: A theoretical framework for analogy // *Cognitive Science*, 1983. V.7. N.2. P. 155–170. https://doi.org/10.1207/s15516709cog0702_3
170. Gentner D., Rattermann M.J., Forbus K.D. The roles of similarity in transfer: Separating retrievability from inferential soundness // *Cognitive Psychology*, 1993. V.25. N.4. P. 524–575. <https://doi.org/10.1006/cogp.1993.1013>
171. Gentner D., Toupin C. Systematicity and surface similarity in the development of analogy // *Cognitive Science*, 1986. V.10. N.3. P. 277–300. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(86\)80019-2](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(86)80019-2)
172. Gentner D., Loewenstein J., Thompson L. Learning and transfer: A general role for analogical encoding // *Journal of Educational Psychology*, 2003. V.95. N.2. P. 393–405. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.2.393>

173. German T.P., Barrett H.C. Functional fixedness in a technologically sparse culture // *Psychological Science*, 2005. V.16. N.1. P.1-5. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2005.00771.x>
174. German T.P., Defeyter M.A. Immunity to functional fixedness in young children // *Psychonomic Bulletin & Review*, 2000. V.7. N.4. P. 707–712. <https://doi.org/10.3758/BF03213010>
175. Ghosh V. E., Gilboa A. What is a memory schema? A historical perspective on current neuroscience literature // *Neuropsychologia*, 2014. V.53. P. 104–114. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.11.010>
176. Gick M.L., Holyoak K.J. Schema induction and analogical transfer // *Cognitive Psychology*, 1983. V.15, N.1. P. 1–38. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(83\)90002-6](https://doi.org/10.1016/0010-0285(83)90002-6)
177. Gick M.L., Holyoak K.J. Analogical problem solving // *Cognitive Psychology*, 1980. V.12. N.3. P. 306–355. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(80\)90013-4](https://doi.org/10.1016/0010-0285(80)90013-4)
178. Gick M.L., Lockhart R.S. Cognitive and Affective Components of Insight // *The Nature of Insight* / Eds. R. J. Sternberg, J. E. Davidson. – Cambridge, MA: MIT Press, 1995. P. 197–228.
179. Gilhooly K.J., Fioratou E. Executive functions in insight versus non-insight problem solving: An individual differences approach // *Thinking & Reasoning*, 2009. V.15. N.4. P. 355–376. <https://doi.org/10.1080/13546780903178615>
180. Gilhooly K.J., Murphy P. Differentiating insight from non-insight problems // *Thinking & Reasoning*, 2005. V.11. N.3. P. 279–302. <https://doi.org/10.1080/13546780442000187>
181. Glucksberg S. The influence of strength of drive on functional fixedness and perceptual recognition // *Journal of Experimental Psychology*, 1962. V.63. N.1. P. 36–41. <https://doi.org/10.1037/h0044683>
182. Grant E.R., Spivey M.J. Eye movements and problem solving: Guiding Attention Guides Thought // *Psychological Science*, 2003. V.14. N.5. P. 462–

466. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.02454>

183. Guilford J.P. The nature of human intelligence. – New York: McGraw-Hill, 1967. – 538 p.

184. Hambrick D.Z., Engle R.W. The role of working memory in problem solving // *The Psychology of Problem Solving* / Eds. J. E. Davidson, R. J. Sternberg. – New York, NY, US: Cambridge University Press, 2003. P. 176–206. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511615771.007>

185. Hassin R.R., Bargh J.A., Engell A.D., McCulloch K.C. Implicit working memory // *Consciousness and Cognition Journal*, 2009. V.18. N.3. P. 665–678. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2009.04.003>

186. Head H., Holmes H.G. Sensory disturbances from cerebral lesions // *Brain*, 1911. V.34. N.2–3. P.102–254. <https://doi.org/10.1093/brain/34.2-3.102>

187. Hedne M.R., Norman E., Metcalfe J. Intuitive feelings of warmth and confidence in insight and noninsight problem solving of magic tricks // *Frontiers in Psychology*, 2016. V.7. N.1314. P. 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01314>

188. Hélie S., Sun R. Incubation, insight, and creative problem solving: A unified theory and a connectionist model // *Psychological Review*, 2010. V.117. N.3. P. 994–1024. <https://doi.org/10.1037/a0019532>

189. Hinson J. M., Whitney P., Holben H., Wirick A. K. Affective biasing of choices in gambling task decision making // *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 2006. V.6. N.3. P. 190–200. <https://doi.org/10.3758/CABN.6.3.190>

190. Holyoak K.J. The pragmatics of analogical transfer // *Psychology of Learning and Motivation*, 1985. V.19, P. 59–87. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60524-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60524-1)

191. Holyoak K., Koh K. Surface and structural similarity in analogical transfer // *Memory & Cognition*, 1987. V.15. N.4. P. 332–340. <https://doi.org/10.3758/BF03197035>

192. Huntsinger J. R., Clore G. L., Bar-Anan Y. Mood and global–local focus: Priming a local focus reverses the link between mood and global–local pro-

- cessing // *Emotion*, 2010. V.10. N.5. P. 722–726. <https://doi.org/10.1037/a0019356>
193. Ishikawa T., Toshima M., Mogi K. How and when? Metacognition and solution timing characterize an “aha” experience of object recognition in hidden figures // *Frontiers in Psychology*, 2019. N.10:1023. P. 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01023>
194. Jarosz A.F., Colflesh G.J.H., Wiley J. Uncorking the muse: Alcohol intoxication facilitates creative problem solving // *Consciousness and Cognition*, 2012. V.21. N.1. P. 487–493. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2012.01.002>
195. Johnson-Laird P.N. *Mental models: Towards a cognitive science of language inference and consciousness*. – Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983. – 513 p.
196. Jones G. Testing two cognitive theories of insight // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 2003. V.29. N.5. P. 1017–1027. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.29.5.1017>
197. Jung-Beeman M., Bowden E.M., Haberman J., Frymiare J.L., Arambel-Liu S., Greenblatt R., ... Kounios J. Neural activity when people solve verbal problems with insight // *PLoS Biology*, 2004. V.2. N.4:e97. P. 0500–0510. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0020097>
198. Kahneman D. *Attention and effort*. – Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc., 1973. – 246 p.
199. Kaplan C.A., Simon H.A. In search of insight // *Cognitive Psychology*, 1990. V.22. N.3. P. 374–419. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(90\)90008-R](https://doi.org/10.1016/0010-0285(90)90008-R)
200. Katona G. *Organizing and memorizing: studies in the psychology of learning and teaching*. – Oxford, England: Columbia University Press, 1940. – 330 p.
201. Keane M. Modelling problem solving in Gestalt “insight” problems // *The Irish Journal of Psychology*, 1989. V.10. N.2. P. 201–215. <https://doi.org/10.1080/03033910.1989.10557742>
202. Kershaw T.C., Ohlsson S. Multiple causes of difficulty in insight: The

case of the nine-dot problem // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2004. V.30. N.1. P. 3–13. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.30.1.3>

203. Kershaw T.C., Flynn C.K., Gordon L.T. Multiple paths to transfer and constraint relaxation in insight problem solving // *Thinking & Reasoning*, 2013. V.19. N.1. P. 96–136. <https://doi.org/10.1080/13546783.2012.742852>

204. Kintsch W. The role of knowledge in discourse comprehension: A construction–integration model // *Psychological Review*, 1988. V.95, N.2. P. 163–182. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.95.2.163>

205. Kintsch W., van Dijk T.A. Toward a model of text comprehension and production // *Psychological Review*, 1978. V.85, N.5. P. 363–394. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.85.5.363>

206. Kizilirmak J.M., Galvao Gomes da Silva J., Imamoglu F., Richardson-Klavehn A. Generation and the subjective feeling of “aha!” are independently related to learning from insight // *Psychological Research*, 2016. V.80. N.6. P. 1059–1074. <https://doi.org/10.1007/s00426-015-0697-2>

207. Klein G. The power of intuition. – New York: A Currency Book, Doubleday, 2004. – 352 p.

208. Klein G., Jarosz A. A naturalistic study of insight // *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 2011. V.5. N.4. P. 335–351. <https://doi.org/10.1177/1555343411427013>

209. Knoblich G., Ohlsson S., Raney G.E. An eye movement study of insight problem solving // *Memory & Cognition*, 2001. V.29. N.7. P. 1000–1009. <https://doi.org/10.3758/BF03195762>

210. Knoblich G., Ohlsson S., Haider H., Rhenius D. Constraint relaxation and chunk decomposition on insight problem solving // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1999. V.25. N.6. P. 1534–1555. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.25.6.1534>

211. Knoblich G., Öllinger M., Spivey M.J. Tracking the Eyes to Obtain

Insight into Insight Problem Solving // Cognitive Processes in Eye Guidance / Ed.G. Underwood. – Oxford, UK: Oxford University Press, 2005. P. 355–375
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198566816.003.0015>

212. Koppel R.H., Storm B.C. Escaping mental fixation: Incubation and inhibition in creative problem solving // *Memory*, 2014. V.22. N.4. P. 340–348.
<https://doi.org/10.1080/09658211.2013.789914>

213. Korovkin S., Vladimirov I., Chistopolskaya A., Savinova A. How working memory provides representational change during insight problem solving // *Frontiers in Psychology*, 2018. V.9. N.1864. P. 1–16.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01864>

214. Korovkin S., Vladimirov I., Savinova A. The dynamics of working memory load in insight problem solving // *The Russian Journal of Cognitive Science*, 2014. V.1. N.4. P. 67–73.

215. Korovkin S., Nikiforova O. Humor as a Facilitator of Insight Problem Solving // *Proceedings of the EuroAsianPacific Joint Conference on Cognitive Science (EAPCogSci 2015)*. – Aachen: CEUR, 2015. P. 134–139. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-1419/paper0018.pdf>

216. Korovkin S., Savinova A., Padalka J., Zhelezova A. Beautiful mind: grouping of actions into mental schemes leads to a full insight Aha! experience // *Journal of Cognitive Psychology*, 2020.
<https://doi.org/10.1080/20445911.2020.1847124>

217. Kounios J., Beeman M. The Aha! Moment: The Cognitive Neuroscience of Insight // *Current Directions in Psychological Science*, 2009. V.18. N.4. P. 210–216. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01638.x>

218. Kounios J., Beeman M. The Cognitive Neuroscience of Insight // *Annual Review of Psychology*, 2014. V.65, P. 71–93.
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115154>

219. Kounios J., Frymiare J.L., Bowden E.M., Fleck J.I., Subramaniam K., Parrish T.B., Jung-Beeman M. The prepared mind: Neural activity prior to problem

presentation predicts subsequent solution by sudden insight // *Psychological Science*, 2006. V.17. N.10. P. 882–890. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01798.x>

220. Kurtz K.J., Loewenstein J. Converging on a new role for analogy in problem solving and retrieval: when two problems are better than one // *Memory & Cognition*, 2007. V.35. N.2. P. 334–341. <https://doi.org/10.3758/BF03193454>

221. Laird J., Newell A., Rosenbloom P. Soar: An architecture for general intelligence // *Artificial Intelligence*, 1987. V.33. N.1. P. 1-64. [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(87\)90050-6](https://doi.org/10.1016/0004-3702(87)90050-6)

222. Langley P., Simon H.A., Bradshaw G.L., Zytkow J.M. *Scientific discovery: Computational explorations of the creative process*. – Cambridge, MA: MIT Press, 1987. – 344 p.

223. Langley P., Jones R. A computational model of scientific insight // *The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives* / Ed. R. J. Sternberg. – New York, NY, US: Cambridge University Press, 1988. P. 177–201.

224. Laukkonen R.E., Kaveladze B.T., Tangen J.M., Schooler J.W. The dark side of Eureka: Artificially induced Aha moments make facts feel true // *Cognition*, 2020. V.196. P. 104–122.

225. Lavie N., Hirst A., de Fockert J. W., Viding E. Load theory of selective attention and cognitive control // *Journal of Experimental Psychology*, 2004. V.133. N.3. P. 339–354. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.3.339>

226. Lavric A., Forstmeier S., Rippon G. Differences in working memory involvement in analytical and creative tasks: an ERP study // *Cognitive Neuroscience*, 2000. V.11. N.8. P. 1613–1618. <https://doi.org/10.1097/00001756-200006050-00004>

227. Lebed A., Korovkin S. The unconscious nature of insight: a dual-task paradigm investigation // *Psychology in Russia: State of the Art*, 2017. V.10. N.3. P. 107–119. <https://doi.org/10.11621/pir.2017.0307>

228. Lee H.S., Betts S., Anderson J.R. Not taking the easy road: When sim-

ilarity hurts learning // *Memory & Cognition*, 2015. V.43. N.6. P. 939–952.
<https://doi.org/10.3758/s13421-015-0509-3>

229. Lockhart R.S., Lamon M., Gick M.L. Conceptual transfer in simple insight problems // *Memory & Cognition*, 1988. V.16. N.1. P. 36–44.
<https://doi.org/10.3758/BF03197743>

230. Luchins A.S., Luchins E.H. New experimental attempts at preventing mechanization in problem solving // *Journal of General Psychology*, 1950, 42. P.279-297.

231. Ludmer R., Dudai Y., Rubin N. Uncovering camouflage: amygdala activation predicts long-term memory of induced perceptual insight // *Neuron*, 2011. V.69. N.5. P. 1002–1014. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2011.02.013>

232. Lung C.-T., Dominowski R. L. Effects of strategy instructions and practice on mine-dot problem solving // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1985. V.11. N.4. P. 804–811.
<https://doi.org/10.1037/0278-7393.11.1-4.804>

233. Luo J., Knoblich G. Studying insight problem solving with neuroscientific methods // *Methods*, 2007. V.42. N.1. P. 77–86.
<https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2006.12.005>

234. Luo J., Niki K. Function of hippocampus in “insight” of problem solving // *Hippocampus*, 2003. V.13. N.3. P. 316–323.
<https://doi.org/10.1002/hipo.10069>

235. Luo J., Niki K., Knoblich G. Perceptual contributions to problem solving: Chunk decomposition of Chinese characters // *Brain Research Bulletin*, 2006. V.70. N.4–6. P. 430–443. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2006.07.005>

236. Luwel K., Siegler R.S., Verschaffel L. A microgenetic study of insightful problem solving // *Journal of Experimental Child Psychology*, 2008. V.99. N.3. P. 210–232. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2007.08.002>

237. Lv K. The involvement of working memory and inhibition functions in the different phases of insight problem solving // *Memory & Cognition*, 2015.

V.43. N.5. P. 709–722. <https://doi.org/10.3758/s13421-014-0498-7>

238. MacGregor J.N., Ormerod T.C., Chronicle E.P. Information processing and insight: A process model of performance on the nine-dot and related problems // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 2001. V.27. N.1. P. 176–201. <https://doi.org/10.1037//0278-7393.27.1.176>

239. Maia T.V., McClelland J.L. A reexamination of the evidence for the somatic marker hypothesis: What participants really know in the Iowa gambling task // *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2004. V.101. N.45. P. 16075–16080. <https://doi.org/10.1073/pnas.0406666101>

240. Maier N.R.F. Reasoning in humans. I. On direction // *Journal of Comparative Psychology*, 1930. V.10. N.2. P. 115–143. <https://doi.org/10.1037/h0073232>

241. Martindale C. Creativity and connectionism // *The Creative Cognition Approach* / Eds. S. M. Smith, T. B. Ward, R. A. Finke. – Cambridge, MA: MIT Press, 1995. P. 249–268.

242. McCaffrey T. Innovation relies on the obscure: A key to overcoming the classic problem of functional fixedness // *Psychological Science*, 2012. V.23. N.3. P. 215–218. <https://doi.org/10.1177/0956797611429580>

243. Medin D.L., Ross B.H. The specific character of abstract thought: Categorization, problem-solving, and induction // *Advances in the psychology of human intelligence*. Vol. 5 / Ed. R. J. Sternberg. – Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1989. P.189–223.

244. Metcalfe J. Feeling of knowing in memory and problem solving // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1986. V.12. N.2. P. 288–294. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.12.2.288>

245. Metcalfe J., Wiebe D. Intuition in insight and noninsight problem solving // *Memory & Cognition*, 1987. V.15. N.3. P.238–246. <https://doi.org/10.3758/BF03197722>

246. Minsky M.A Framework for representing knowledge // *The Psycholo-*

gy of Computer Vision / Ed. P. Winston. – New York: McGraw-Hill, 1975. P. 211–277.

247. Moss J., Kotovsky K., Cagan J. The effect of incidental hints when problems are suspended before, during, or after an impasse // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2011. V.37. N.1. P. 140–148. <https://doi.org/10.1037/a0021206>

248. Murray M.A., Byrne R.M.J. Attention and working memory in insight problem-solving // *Proceedings of the 27th Annual Conference of the Cognitive Science Society* / Eds. B. G. Bara, L. Barsalou, M. Bucciarelli. – Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2005. P. 1571–1575. URL: <http://www.psych.unito.it/csc/cogsci05/frame/poster/2/f285-murray.pdf>

249. Muth C., Carbon C.C. The Aesthetic Aha: On the pleasure of having insights into Gestalt // *Acta Psychologica*, 2013. V.144. N.1. P. 25–30. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2013.05.001>

250. Nęcka E., Żak P., Gruszka A. Insightful imagery is related to working memory updating // *Frontiers in Psychology*, 2016. V.7. N.137. P. 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00137>

251. Newell A., Simon H.A. Human problem solving. – Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1972. – 920 p.

252. Novick L.R. Analogical transfer, problem similarity, and expertise // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1988. V.14. N.3. P. 510–520. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.14.3.510>

253. Novick L.R., Holyoak K.J. Mathematical problem solving by analogy // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1991. V.17. N.3. P. 398–415. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.17.3.398>

254. Novick L.R., Sherman S.J. On the nature of insight solutions: evidence from skill differences in anagram solution // *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2003. V.56, N.2. P. 351–382. <https://doi.org/10.1080/02724980244000288>

255. Ohlsson S. Restructuring revisited. I. Summary and critique of the Gestalt theory of problem solving // *Scandinavian Journal of Psychology*, 1984a. V.25. N.1. P. 65–78. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.1984.tb01001.x>
256. Ohlsson S. Restructuring revisited. II. An information processing theory of restructuring and insight // *Scandinavian Journal of Psychology*, 1984b. V.25. N.2. P. 117–129. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.1984.tb01005.x>
257. Ohlsson S. Information-processing explanations of insight and related phenomena // *Advances in the psychology of thinking* / Eds. M. T. Keane, K. J. Gilhooly. – New York: Harvester-Wheatsheaf, 1992. P. 1–44.
258. Ohlsson S. *Deep Learning. How the mind overrides experience.* – Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2011. – 540 p.
259. Öllinger M., Knoblich G. Psychological research on insight problem solving // *Recasting reality: Wolfgang Pauli's philosophical ideas and contemporary science* / Eds. H. Atmanspacher, H. Primas. – Berlin: Springer-Verlag, 2009. P. 275–300. https://doi.org/10.1007/978-3-540-85198-1_14
260. Öllinger M., Fedor A., Brodt S., Szathmáry E. Insight into the ten-penny problem: guiding search by constraints and maximization // *Psychological Research*, 2017. V.81. N.5. P. 925–938. <https://doi.org/10.1007/s00426-016-0800-3>
261. Öllinger M., Jones G., Knoblich G. Heuristics and representational change in two-move matchstick arithmetic tasks // *Advances in Cognitive Psychology*, 2006. V.2. N.4. P. 239–253. <https://doi.org/10.2478/v10053-008-0059-3>
262. Öllinger M., Jones G., Knoblich G. Investigating the effect of mental set on insight problem solving // *Experimental Psychology*, 2008. V.55. N.4. P. 269–282. <https://doi.org/10.1027/1618-3169.55.4.270>
263. Öllinger M., Jones G., Knoblich G. Insight and search in Katona's five-square problem // *Experimental Psychology*, 2014a. V.61. N.4. P. 263–272. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000245>
264. Öllinger M., Jones G., Knoblich G. The dynamics of search, impasse,

and representational change provide a coherent explanation of difficulty in the nine-dot problem // *Psychological Research*, 2014b. V.78. N.2. P. 266–275. <https://doi.org/10.1007/s00426-013-0494-8>

265. Öllinger M., Jones G., Faber A.H., Knoblich G. Cognitive mechanisms of insight: The role of heuristics and representational change in solving the eight-coin problem // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2013. V.39. N.3. P. 931–939. <https://doi.org/10.1037/a0029194>

266. Ormerod T.C., MacGregor J.N. Enabling spontaneous analogy through heuristic change // *Cognitive Psychology*, 2017. V.99, P. 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2017.09.001>

267. Ormerod T.C., MacGregor J.N., Chronicle E.P. Dynamics and Constraints in Insight Problem Solving // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 2002. V.28. N.4. P. 791–799. <https://doi.org/10.1037//0278-7393.28.4.791>

268. Ostafin B.D., Kassman K.T. Stepping out of history: Mindfulness improves insight problem solving // *Consciousness and Cognition*, 2012. V.21. N.2. P. 1031–1036. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2012.02.014>

269. Patrick J., Ahmed A. Facilitating representation change in insight problems through training // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 2014. V.40. N.2. P. 532–543. <https://doi.org/10.1037/a0034304>

270. Patrick J., Ahmed A., Smy V., Seeby H., Sambrooks K. A cognitive procedure for representation change in verbal insight problems // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2015. V.41. N.3. P. 746–759. <https://doi.org/10.1037/xlm0000045>

271. Peirce J.W. PsychoPy – Psychophysics software in Python // *Journal of Neuroscience Methods*, 2007. V.162. N.1–2. P. 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2006.11.017>

272. Poincaré H. Mathematical creation // *The Monist*, 1910. V.20. N.3. P.

321–335. URL: <http://www.jstor.org/stable/10.2307/27900262>

273. Poincaré H. Science and method. – New York: Dover Publications, 1952. – 288 p.

274. Quilici J.L., Mayer R.E. Role of examples in how students learn to categorize statistics word problems // Journal of Educational Psychology, 1996. V.88. N.1. P. 144–161. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.88.1.144>

275. Reed S.K. Constraints on the abstraction of solutions // Journal of Educational Psychology, 1989. V.81. N.4. P. 532–540. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.81.4.532>

276. Reed S.K. The structure of ill-structured (and well-structured) problems revisited // Educational Psychology Review, 2015. V.28. N.4. P. 691–716. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9343-1>

277. Reeves L., Weisberg R.W. The role of content and abstract information in analogical transfer // Psychological Bulletin, 1994. V.115. N.3. P. 381–400

278. Reverberi C., Toraldo A., D'Agostini S., Skrap M. Better without (lateral) frontal cortex? Insight problems solved by frontal patients // Brain, 2005. V.128. N.12. P. 2882–2890. <https://doi.org/10.1093/brain/awh577>

279. Ricks T.R., Turley-Ames K.J., Wiley J. Effects of working memory capacity on mental set due to domain knowledge // Memory & Cognition, 2007. V.35. N.6. P. 1456–1462. <https://doi.org/10.3758/BF03193615>

280. Robbins T.W., Anderson E.J., Barker D.R., Bradley A.C., Fearnly-hough C., Henson R., ... Baddeley A.D. Working memory in chess // Memory & Cognition, 1996. V.24. N.1. P. 83–93. <https://doi.org/10.3758/BF03197274>

281. Robertson S.I. Problem Solving. – Philadelphia: Psychology Press Ltd, 2001. – 272 p.

282. Roiser J.P., Sahakian B.J. Hot and cold cognition in depression // CNS Spectrums, 2013. V.18. N.03. P. 139–149. <https://doi.org/10.1017/S1092852913000072>

283. Ross B.H. Reminders and their effects in learning a cognitive skill // *Cognitive Psychology*, 1984, V.16. N.3. P. 371–416. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(84\)90014-8](https://doi.org/10.1016/0010-0285(84)90014-8)
284. Ross B.H. This is like that: The use of earlier problems and the separation of similarity effects // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1987. V.13. N.4. P. 629–639. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.13.4.629>
285. Rothmaler K., Nigbur R., Ivanova G. New insights into insight: Neurophysiological correlates of the difference between the intrinsic “aha” and the extrinsic “oh yes” moment // *Neuropsychologia*, 2017. V.95. P. 204–214. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.12.017>
286. Rudofsky S.F., Wotiz J.H. Psychologists and the dream accounts of August Kekulé // *Ambix*, 1988. V.35. N.1. P. 31–38. <https://doi.org/10.1179/amb.1988.35.1.31>
287. Rumelhart D. E. Toward an interactive model of reading // *Attention and performance* / Ed. S. Dornič. – New York: Academic Press, 1977. P. 573–603.
288. Rumelhart D.E., Ortony A. The representation of knowledge in memory // *Schooling and the acquisition of knowledge* / Eds. R.C. Anderson, R.J. Spiro, W.E. Montague. – Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1977. P. 99–135.
289. Sadler-Smith E. Wallas’ four-stage model of the creative process: More than meets the eye? // *Creativity Research Journal*, 2015. V.27. N.4. P. 342–352. <https://doi.org/10.1080/10400419.2015.1087277>
290. Salvi C., Bricolo E., Kounios J., Bowden E., Beeman M. Insight solutions are correct more often than analytic solutions // *Thinking & Reasoning*, 2016. V.22. N.4. P. 443–460. <https://doi.org/10.1080/13546783.2016.1141798>
291. Sandkühler S., Bhattacharya J. Deconstructing insight: EEG correlates of insightful problem solving // *PLoS ONE*, 2008. V.3. N.1. P. e1459. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001459>
292. Savinova A., Korovkin S. Controlled discovery: Executive functions

and conflict detection in insight problem solving // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2019. Т. 16. № 1. С.164-180.

293. Schank R.C., Abelson R.P. Scripts, plans, goals and understanding: An inquiry into human knowledge structures. – Oxford, England: Lawrence Erlbaum. 1977. – 248 p.

294. Scheerer M. Problem-solving // Scientific American, 1963. V.208. N.4. P. 118–128. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0463-118>

295. Schooler J.W., Mrazek M.D., Baird B., Winkielman P. Minding the mind: The value of distinguishing among unconscious, conscious, and metaconscious processes // APA handbook of personality and social psychology, Vol. 1: Attitudes and social cognition. – Washington: American Psychological Association, 2015. P. 179–202. <https://doi.org/10.1037/14341-005>

296. Schooler J. W., Ohlsson S., Brooks K. Thoughts beyond words: When language overshadows insight // Journal of Experimental Psychology: General, 1993. V.122. N.2. P. 166–183. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.122.2.166>

297. Schwartz B.L., Metcalfe J. Tip-of-the-tongue (TOT) states: retrieval, behavior, and experience // Memory & Cognition, 2010. V.39. N.5. P. 737–749. <https://doi.org/10.3758/s13421-010-0066-8>

298. Schwarz N. Feelings-as-information theory // Handbook of Theories of Social Psychology: Vol. 1 / Eds. P. A. M. Van Lange, A. W. Kruglanski, E. T. Higgins, 2012. – London, UK: SAGE. P. 289–308.

299. Schwarz N., Clore G.L. Mood, misattribution, and judgments of well-being: Informative and directive functions of affective states // Journal of Personality and Social Psychology, 1983. V.45. N.3. P. 513–523. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.45.3.513>

300. Segal E. Incubation in insight problem solving // Creativity Research Journal, 2004. V.16. N.1. P. 141–148. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1601_13

301. Seifert C.M., Meyer D.E., Davidson N., Patalano A.L., Yaniv I. De-

mystification of cognitive insight: Opportunistic assimilation and the prepared-mind perspective // *The Nature of Insight* / Eds. R. J. Sternberg, J. E. Davidson. – Cambridge, MA: MIT Press, 1995. P. 65–124.
<https://doi.org/10.7551/mitpress/4879.003.0007>

302. Seli P., Maillet D., Schacter D.L., Kane, M.J., Smallwood J., Schooler J.W., Smilek D. What does (and should) “mind wandering” mean ? // *PsyArXiv*, 2017. March 29. doi:10.31234/osf.io/q7s8u

303. Selz O. Die Gesetze der Produktiven Tätigkeit // *Archiv für die gesamte Psychologie*, 1913. N.27. S.367-380.

304. Selz O. Komplextheorie und Konstellationstheorie // *Zeitschrift für Psychologie*, 1920. N.83. S.211-234

305. Shen W., Yuan Y., Liu C., Zhang X., Luo J., Gong Z. Is creative insight task-specific? A coordinate-based meta-analysis of neuroimaging studies on insightful problem solving // *International Journal of Psychophysiology*, 2016. V.110, P. 81–90. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2016.10.001>

306. Siegler R.S. Unconscious insights // *Current Directions in Psychological Science*, 2000. V.9. N.3. P. 79–83. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00065>

307. Siegler R.S., Stern E. Conscious and unconscious strategy discoveries: A microgenetic analysis // *Journal of Experimental Psychology: General*, 1998. V.127. N.4. P. 377–397. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.127.4.377>

308. Simon H.A. Karl Duncker and cognitive science // *From past to future. Clark Papers on the history of psychology*, Vol. 1. / Ed. J. Valsiner. – Worcester, MA: Clark University, 1999. P. 1–11.

309. Simon H.A., Reed S.K. Modeling strategy shifts in a problem-solving task // *Cognitive Psychology*, 1976. V.8. N.1. P. 86–97.

310. Simon H.A. Motivational and emotional controls of cognition // *Psychological Review*, 1967. V.74. N.1. P. 29–39. <https://doi.org/10.1037/h0024127>

311. Simon H.A. Scientific discovery and the psychology of problem solving // *Models of discovery – and other topics in the methods of science*. – Dor-

drecht, Netherlands: D. Reidel, 1977. P. 286–303. https://doi.org/10.1007/978-94-010-9521-1_16

312. Sio U.N., Ormerod T.C. Does incubation enhance problem solving? A meta-analytic review // *Psychological Bulletin*, 2009. V.135. N.1. P. 94–120. <https://doi.org/10.1037/a0014212>

313. Sio U.N., Ormerod T.C. Incubation and cueing effects in problem-solving: Set aside the difficult problems but focus on the easy ones // *Thinking & Reasoning*, 2015. V.21. N.1. P. 113–129. <https://doi.org/10.1080/13546783.2014.886626>

314. Sio U.N., Rudowicz E. The role of an incubation period in creative problem solving // *Creativity Research Journal*, 2007. V.19. N.2–3. P. 307–318. <https://doi.org/10.1080/10400410701397453>

315. Smith S.M. Frustrated feelings of imminent recall: On the tip-of-the tongue // *Metacognition: Knowing about knowing* / Eds. J. Metcalfe, A. P. Shimamura. – Cambridge, MA: MIT Press, 1994. P. 27–45.

316. Smith S.M. Creative cognition: Demystifying creativity // *Thinking and literacy: The mind at work* / Eds. C. N. Hedley, P. Antonacci, M. Rabinowitz. – Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1995. P. 31–46.

317. Smith S.M., Blankenship S.E. Incubation effects // *Bulletin of the Psychonomic Society*, 1989. V.27. N.4. P. 311–314. <https://doi.org/10.3758/BF03334612>

318. Solomon I. Analogical transfer and functional fixedness in the science classroom // *Journal of educational research*, 1994, V.87. N.6. P. 371–377. <https://doi.org/10.1080/00220671.1994.9941268>

319. Spiridonov V., Loginov N., Ivanchei I., Kurgansky A.V. The role of motor activity in insight problem solving (the case of the nine-dot problem) // *Frontiers in Psychology*, 2019. V.10. N.2. P. 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00002>

320. Subramaniam K., Kounios J., Parrish T.B., Jung-Beeman M. A brain

mechanism for facilitation of insight by positive affect // *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2009. V.21. N.3. P. 415–432. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21057>

321. Suzuki H., Fukuda H., Miyata H., Tsuchiya K. Exploring the unconscious nature of insight using continuous flash suppression and a dual task // *Proceedings of the 36th Annual Meeting of the Cognitive Science Society Québec City: Cognitive Science Society*, 2014. P. 2955–2960.

322. Thevenot C., Oakhill J. A generalization of the representational change theory from insight to non-insight problems: The case of arithmetic word problems // *Acta Psychologica*, 2008. V.129. N.3. P. 315–324. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2008.08.008>

323. Thomas J.C. An analysis of behavior in the hobbits-orcs problem // *Cognitive Psychology*, 1974. V.6. N.2. P. 257–269. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(74\)90013-9](https://doi.org/10.1016/0010-0285(74)90013-9)

324. Thomas L.E., Lleras A. Swinging into thought: directed movement guides insight in problem solving // *Psychonomic Bulletin & Review*, 2009. V.16. N.4. P. 719–723. <https://doi.org/10.3758/PBR.16.4.719>

325. Thompson V.A., Prowse Turner J.A., Pennycook G. Intuition, reason, and metacognition // *Cognitive Psychology*, 2011. V.63. N.3. P. 107–140. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2011.06.001>

326. Tikhomirov O.K., Vinogradov Y.E. Emotions in the function of heuristics // *Soviet Psychology*, 1970. V.8. N.3–4. P. 198–223. <https://doi.org/10.2753/RPO1061-0405080304198>

327. Topolinski S., Reber R. Gaining insight into the “Aha” experience // *Current Directions in Psychological Science*, 2010. V.19. N.6. P. 402–405. <https://doi.org/10.1177/0963721410388803>

328. Truxaw D., Krasnow M.M., Woods C., German T.P. Conditions under which function information attenuates name extension via shape // *Psychological science*, 2006. V.17. N.5. P. 367–371.

329. Turnbull O.H., Bowman C.H., Shanker S., Davies J.L. Emotion-based

learning: insights from the Iowa Gambling Task // *Frontiers in Psychology*, 2014. V.5, N.162. P. 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00162>

330. Unterrainer J.M., Owen A.M. Planning and problem solving: From neuropsychology to functional neuroimaging // *Journal of Physiology-Paris*, 2006. V.99. N.4–6. P. 308–317. <https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2006.03.014>

331. Valueva E., Lapteva E., Ushakov D. Aha-cueing in problem solving // *Learning and Individual Differences*, 2016. V.52. P. 204–208. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.02.003>

332. van Dijk T.A., Kintsch W. *Strategies of discourse comprehension*. – New York: Academic Press, 1983. – 423 p.

333. Van Stockum C.A., DeCaro M.S. The path less taken: When working memory capacity constrains insight // *Proceedings of the 35th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*. – Austin, TX: Cognitive Science Society, 2010. P. 3633–3638

334. Vandervert L.R., Schimpf P.H., Liu H. How working memory and the cerebellum collaborate to produce creativity and innovation // *Creativity Research Journal*, 2007. V.19. N.1. P. 1–18. <https://doi.org/10.1080/10400410709336873>

335. Van Geert E., Wagemans J. Order, complexity, and aesthetic appreciation // *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 2020. V.14. N.2. P. 135–154. <https://doi.org/10.1037/aca0000224>

336. Walinga J., Cunningham J.B., MacGregor J.N. Training insight problem solving through focus on barriers and assumptions // *The Journal of Creative Behavior*, 2011. V.45. N.1. P. 47–58.

337. Wallas G. *The art of thought*. – London, UK: Jonathan Cape, 1926. – 320 p.

338. Webb M.E., Cropper S.J., Little D.R. “Aha!” is stronger when preceded by a “huh?”: presentation of a solution affects ratings of aha experience conditional on accuracy // *Thinking & Reasoning*, 2019. V.25. N.3. P. 324–364. <https://doi.org/10.1080/13546783.2018.1523807>

339. Webb M.E., Laukkonen R.E., Cropper S.J., Little D.R. Commentary: Moment of (perceived) truth: Exploring accuracy of Aha! experiences // *Journal of Creative Behavior*, 2019. P. 1–5. <https://doi.org/10.1002/jocb.433>
340. Webb M.E., Little D.R., Cropper S.J. Once more with feeling: Normative data for the aha experience in insight and noninsight problems // *Behavior Research Methods*, 2017. V.50. N.5. P. 2035–2056. <https://doi.org/10.3758/s13428-017-0972-9>
341. Weisberg R.W. Metacognition and insight during problem solving: Comment on Metcalfe // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1992. V.18. N.2. P. 426–431. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.18.2.426>
342. Weisberg R.W. On the “demystification” of insight: A critique of neuroimaging studies of insight // *Creativity Research Journal*, 2013. V.25. N.1. P. 1–14. <https://doi.org/10.1080/10400419.2013.752178>
343. Weisberg R.W. Toward an integrated theory of insight in problem solving // *Thinking & Reasoning*, 2015. V.21. N.1. P. 5–39. <https://doi.org/10.1080/13546783.2014.886625>
344. Weisberg R.W., Alba J.W. An examination of the alleged role of “fixation” in the solution of several “insight” problems // *Journal of Experimental Psychology: General*, 1981a. V.110. N.2. P. 169–192. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.110.2.169>
345. Weisberg R.W., Alba J.W. Gestalt theory, insight, and past experience: Reply to Dominowski // *Journal of Experimental Psychology: General*, 1981b. V.110. N.2. P. 199–203. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.110.2.199>
346. Weisberg R.W., Alba J.W. Problem solving is not like perception: More on Gestalt theory // *Journal of Experimental Psychology: General*, 1982. V.111. N.3. P. 326–330. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.111.3.326>
347. Weisberg R.W., Dicamillo M., Phillips D. Transferring old associations to new situations: A nonautomatic process // *Journal of Verbal Learning and*

Verbal Behavior, 1978. V.17. N.2. P. 219–228. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(78\)90155-X](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(78)90155-X)

348. Werner K., Raab M. Moving to solution: Effects of movement priming on problem solving // *Experimental Psychology*, 2013. V.60. N.6. P. 403–409. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000213>

349. Wieth M.B., Burns B.D. Rewarding multitasking: Negative effects of an incentive on problem solving under divided attention // *The Journal of Problem Solving*, 2014. V.7. N.1. P. 60–72. <https://doi.org/10.7771/1932-6246.1163>

350. Wiley J. Expertise as mental set: the effects of domain knowledge in creative problem solving // *Memory & Cognition*, 1998. V.26. N.4. P. 716–730. <https://doi.org/10.3758/BF03211392>

351. Wiley J., Jarosz A.F. How working memory capacity affects problem solving // *Psychology of Learning and Motivation*. Vol. 56 / Ed. B. H. Ross). – San Diego, CA: Elsevier, 2012. P. 185–227. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394393-4.00006-6>

352. Winkielman P., Schwarz N., Fazendeiro T. A., Reber R. The hedonic marking of processing fluency: implications for evaluative judgment // *The psychology of evaluation: Affective processes in cognition and emotion* / Eds. J. Musch, K. C. Klauer. – Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2003. P. 189–217.

353. Woodworth R. S. *Experimental psychology*. – New York: Holt, 1938. – 889 p.

354. Wright T.J., Boot W.R., Brockmole J.R. Functional fixedness: The functional significance of delayed disengagement based on attention set // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2015. V.41. N.1. P. 17–21. <https://doi.org/10.1037/xhp0000016>

355. Wu X., He M., Zhou Y., Xiao J., Luo J. Decomposing a chunk into its elements and reorganizing them as a new chunk: The two different sub-processes underlying insightful chunk decomposition // *Frontiers in Psychology*, 2017. V.8. N.2001. P. 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02001>

356. Yeh Y., Tsai J.-L., Hsu W.-C., Lin C.F. A model of how working memory capacity influences insight problem solving in situations with multiple visual representations: An eye tracking analysis // *Thinking Skills and Creativity*, 2014. V.13. P. 153–167. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2014.04.003>
357. Zajonc R.B. Feeling and thinking. Preferences need no inferences // *American Psychologist*, 1980. V.35. N.2. P. 151–175.
358. Zamani M., Richard J.-F. Object encoding, goal similarity, and analogical transfer // *Memory and Cognition*, 2000. V.28. N.5. P. 873–886. <https://doi.org/10.3758/BF03198422>
359. Zander T., Öllinger M., Volz K.G. Intuition and insight: Two processes that build on each other or fundamentally differ? // *Frontiers in Psychology*, 2016. N.7:1395. P. 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01395>
360. Zedelius C.M., Schooler J.W. Mind wandering “Ahas” versus mindful reasoning: alternative routes to creative solutions // *Frontiers in Psychology*, 2015. V.6. N.834. P. 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00834>
361. Zhang Z., Lei Y., Li H. Approaching the distinction between intuition and insight // *Frontiers in Psychology*, 2016. V.7. N.1195. P. 1–5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01195>
362. Zhang Z., Xing Q., Li H., Warren C.M., Tang Z., Che J. Chunk decomposition contributes to forming new mental representations: An ERP study // *Neuroscience Letters*, 2015. N.598. P. 12–17. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2015.05.008>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Примеры задач из базы вопросов «Что? Где? Когда?», которые использовались в эксперименте на проверку успешности научения решению творческих задач (глава VI)

I. Домен-неспецифические инсайтные задачи, не требующие специальных знаний у решателя, только общей эрудиции

1. Шопенгауэр говорил, что было бы отлично, если вместе с книгой можно было бы купить ЭТО. Если буквально воспринять другое известное высказывание, то с помощью ЭТОГО можно совершать покупки. Назовите ЭТО одним словом. Ответ: Время. Комментарий: Шопенгауэр говорил, что покупка книг была бы хороша, если бы вместе с ними можно было купить и время на их чтение. Бенджамин Франклин говорил, что время – деньги. На деньги, как известно, можно купить книги. Автор: Михаил Савченков. URL: <https://db.chgk.info/question/drnar17s.1/1>

2. Китайская пословица гласит, что если вы легли пораньше, чтобы сэкономить на свечах, а результатом стали ОНИ, то это плохая экономия. ОНИ – это знак. Назовите ИХ одним словом. Ответ: Близнецы. Комментарий: Если в результате экономии свечей у вас в семье родились близнецы, то расходы, очевидно, значительно вырастут. Близнецы – это знак зодиака. Автор: Михаил Савченков. URL: <https://db.chgk.info/question/drnar17s.1/7>

3. В Швеции есть десерт, обсыпанный крошками от печенья. В середине двадцатого века этот десерт получил другое название из-за шуточного предположения, что перед приготовлением десерта пекари используют ЕГО. Назовите ЕГО двухкоренным словом. Ответ: Пылесос. Комментарий: Одно из названий этого десерта – «пылесос». Предполагали, что пекари пылесосом собирают крошки от вчерашней выпечки и затем обсыпают выпечку этими крошками. Автор: Елизавета Овдеенко. URL: <https://db.chgk.info/question/drnar17s.1/9>

4. Иногда во время партии шахматисты имитируют ЕГО, чтобы ввести противника в заблуждение. Известно, что ОН заразен. Назовите ЕГО одним словом. Ответ: Зевок. Комментарий: Зевком называется грубая ошибка в шахматах. Иногда шахматисты, совершая жертву, имитируют зевок, всем своим видом изображая расстройство, чтобы противник принял жертву. Известно, что, когда ты зеваешь, людям, которые это видят, тоже хочется зевать. Автор: Михаил Савченков. URL: <https://db.chgk.info/question/dmar17s.1/11>

5. Самая высокая статуя Сапармурата Ниязова в Ашхабаде была снабжена поворотным механизмом, поэтому в народе статую прозвали в честь НЕГО. ОН принадлежит к роду Helianthus [хелиАнтус]. Назовите ЕГО. Ответ: Подсолнух? Комментарий: Статуя поворачивалась за Солнцем, чтобы оно постоянно освещало лицо Туркменбаши. Автор: Наиль Фарукшин. URL: <https://db.chgk.info/question/hamovn16.5/2>

6. Коммунистка из произведения Жана-Пьера Жибра описывает свою дружбу с уголовником выражением «ПРОПУСК и фомки». Заполните пропуск двумя словами, начинающимися на одну и ту же букву. Ответ: Союз серпа. Комментарий: «Союз серпа и фомки». Вместо традиционного инструмента рабочего – молота используется «фомка». Согласно воровскому жаргону, «фомка» – это небольшой лом для взлома замков, дверей и т.п. Автор: Анвар Мухаметкалиев. URL: <https://db.chgk.info/question/dilizh13.1/2>

7. Забавно, что на конференции Russian Internet Week [рашн Интернет уИк], посвященной развитию Интернета, в качестве НЕЕ использовали кабель. Назовите ЕЕ двумя словами. Ответ: Красная лента. Зачёт: Красная ленточка; синонимичные ответы. Комментарий: Перерезание кабеля может напомнить не о развитии интернета, а скорее наоборот. Автор: Григорий Зырянов. URL: <https://db.chgk.info/question/haifa18.1/1>

8. Актер СамИ НасерИ вспоминает, что увидел Жана-Поля Бельмондо еще в детстве. Знаменитый актер зашел в магазин, что позволило

мальчишке купить несколько видеокассет. Какое слово мы заменили в этом вопросе? Ответ: Украсть. Зачёт: Своровать; синонимичные ответы. Комментарий: Продавец отвлекся и бросился обслуживать звезду. Детство Насери, как и многих французских детей арабского происхождения, было трудным. Автор: Илья Иванов. URL: <https://db.chgk.info/question/haifa18.1/3>

9. В статье о голодном детстве Ариадны Эфрон, дочери впоследствии повесившейся Марины Цветаевой, при описании дня рождения упоминается небольшая праздничная ОНА. Назовите ЕЕ. Ответ: Табуретка. Комментарий: Еды в доме было так мало, что на праздничный стол не хватило, и пришлось накрывать табуретку. Кстати, при совершении самоубийства Марина Цветаева использовала стул, а не табуретку. Автор: Илья Иванов. URL: <https://db.chgk.info/question/haifa18.1/14>

10. Когда таможенники спросили у Гейне, везет ли он запрещенную литературу, тот ответил утвердительно и указал на НЕЕ. Назовите ЕЕ. Ответ: [Своя] голова. Комментарий: Гейне имел в виду, что уже прочел и запомнил содержание запрещенных к перевозке книг. Автор: Антон Саксонов. URL: <https://db.chgk.info/question/haifa18.2/2>

II. Домен-специфические инсайтные задачи, требующие специальных знаний у решателя

1. Первоначальный смысл известного выражения объясняется старинной европейской традицией. Перед НИМ на пол ставились ОНИ, и высшим мастерством считалось, если ОН не задевал ни одно из НИХ даже с завязанными глазами. Назовите ЕГО и ИХ. Ответ: Танцор, яйца. Комментарий: Речь идет о выражении «плохому танцору яйца мешают». В старину в Европе любили устраивать такое шоу: на пол ставили сырые яйца, и танцор должен был выступить, не раздавив и не задев ни одно из них. В немецком языке даже есть слово «Eiertanz» (дословно «танец меж яйцами»), которое обозначает умение лавировать и увиливать при обсуждении щекотливых тем. Автор: Артем Колесов. URL: <https://db.chgk.info/question/ppp16.1/5>

2. Рассказывают, что поклонницы Родольфо Валентино приходили на премьеру его фильмов с ЭТИМ. Казахским девочкам давали имя КарлыгАш – Ласточка, поскольку ЭТО является символом девочки. Назовите ЭТО. Ответ: Ножницы. Комментарий: Большинство актеров, как правило, стараются посещать премьеры фильмов со своим участием. На премьерах фильмов, где появлялся Валентино, поклонницы норовили отхватить кусочек его одежды, а может и волос. Хвост ласточки напоминает ножницы, которые у тюркских народов являются символом женщины. Автор: Анвар Мухаметкалиев. URL: <https://db.chgk.info/question/ukr12-12.1/10>

3. Оливер Сакс пишет, что признаки посттравматического синдрома были обнаружены и у НИХ – в частности, вырабатывались изменения секреции гормонов. Рассказывая об этом, Сакс неоднократно упоминает известного ученого. Кого именно? Ответ: [Ивана] Павлова. Комментарий: ОНИ – собаки. Речь шла об опытах над собаками с применением электричества по схеме классического обусловливания Ивана Павлова, чтобы сформировать у собак условный рефлекс. А сформировался посттравматический синдром. Автор: Григорий Зырянов. URL: <https://db.chgk.info/question/haifa18.1/2>

4. Карл Линней был не только естествоиспытателем, но и любителем литературы. Каким прилагательным он назвал вид дикого винограда с мелкими кислыми ягодами? Ответ: Лисий. Зачёт: Лисицын. Комментарий: В честь басни Эзопа (позднее переведенной Лафонтеном) «Лиса и виноград». Автор: Станислав Мереминский. URL: <https://db.chgk.info/question/drnar17s.2/9>

5. Во время валенсийского праздника Фальяс жители выставляют на улицах сделанных ими кукол, самые лучшие из которых – их называют «прощенными» – в конце концов отправляются в музей. Кульминация Фальяс имеет собственное название – «ла крема». С каким русским праздником нередко сравнивают Фальяс? Ответ: Масленица. Зачёт: Проводы зимы. Комментарий: Две лучшие куклы отправляют в музей, а все остальные – весело

сжигают, на что намекает название «ла крема» – родственное слову «кремация»; так называется последняя ночь Фальяс. Испанский весенний праздник нередко сравнивают с русским, во время которого также принято сжигать чучело. Автор: Михаил Иванов. URL: <https://db.chgk.info/question/drnar17s.3/2>

6. По словам Евгении Тимоновой, после того как стираются последние зубы, животное ищет болото, где трава помягче. Этим Евгения объясняет легенды о НИХ. Назовите ИХ двумя словам. Ответ: Слоновьи кладбища. Зачёт: Кладбища слонов. Комментарий: Потому кости слонов и находят в одних и тех же местах. Автор: Сергей Терентьев. URL: <https://db.chgk.info/question/bryans17.1/1>

7. В одном американском комедийном фильме девушке удастся убедить не очень симпатичного мужчину, что ОНА – это базилик. Назовите ЕЕ. Ответ: Омела. Комментарий: Действие происходит в канун Рождества. По традиции, оказавшуюся под омелой девушку можно безнаказанно целовать. Но девушке удалось выкрутиться. Видимо, мужчина был не только несимпатичным, но и несообразительным. Автор: Сергей Терентьев. URL: <https://db.chgk.info/question/bryans17.1/14>

8. В 1971 году на эмблеме уже проводившегося несколько лет турнира на приз газеты «Известия» появился всем известный персонаж с характерным острым носом, нехарактерной широкой улыбкой и двумя передними зубами. Догадавшись, по какому виду спорта проводился турнир, назовите этого персонажа. Ответ: Снеговик. Комментарий: Этот хоккейный турнир в СССР нескромно называли «малым чемпионатом мира». Логично, что для зимнего вида спорта был выбран зимний персонаж, популярный у всего населения страны и хорошо известный по многочисленным мультфильмам того времени. Отсутствие зубов у профессиональных хоккеистов уже стало неотъемлемой частью их образа. Автор: Дмитрий Свинтицкий. URL: <https://db.chgk.info/question/diar18.2/3>

9. Виктор Шкловский, описывая ветхозаветную миниатюру, приписывает Богу слова: «Брось, не надо, я пошутил». Назовите обоих людей, присутствующих на этом изображении. Ответ: Авраам и Исаак. Зачёт: В любом порядке. Комментарий: Бог, желая испытать Авраама, повелел принести себе в жертву его сына. Авраам послушался, но был вовремя остановлен ангелом. Автор: Роман Мерзляков. URL: <https://db.chgk.info/question/diar18.2/4>

10. Цыганская поговорка утверждает, что ОН страшнее Бога. В произведении XIX века ОН уподобляется излишне жестокому монарху. Назовите ЕГО словом, в котором все гласные одинаковые. Ответ: Голод. Комментарий: В стихотворении Н.А. Некрасова «Железная дорога» (1864) есть такие строки: «В мире есть царь: этот царь беспощаден, // Голод названье ему...». Автор: Денис Володин. URL: <https://db.chgk.info/question/diar18.2/7>

Приложение 2. Самоотчеты испытуемых в эксперименте на выработку научения решению инсайтных задач (глава VI)

Реплики из самоотчетов испытуемых в первой половине эксперимента

Констатация факта затруднения без описания способа решения

«Задачи сложные, необходимо больше времени, мне нужно визуальное представление»;

«Очень сложные задачи, некоторые я просто знаю, но логически сложно прийти к ответу»;

«Вопросы очень сложные, считаю так с ходу решить невозможно»;

«Думаю одной минуты недостаточно, чтобы решить эти задачи»;

«Я ничего не понимаю, времени мало, не успеваю вникнуть в вопросы, и время заканчивается»;

«Для меня это необычно, я никогда не решила такого рода задачи»;

«Не успеваю логически разложить вопрос, время заканчивается»;

«Кажется, что задания очень сложные»;

«Для меня это очень сложно. Я никак не могу решить эти задачи, больше всего раздражает, что нет ответов»;

«Меня веселят эти задания, потому что я понимаю, что ничего в них не смыслу. Чувствую себя глупой»;

«Задачи понравились, но пока все равно – сложно. После эксперимента решил задачи с прошлой пробы»;

«Я уже играл в «Что? Где? Когда?», поэтому я считаю, что эти задачи надо решать в группе. Индивидуально очень сложно их решить»;

«Ну, если немного подумать, думаю можно решить, но все равно не понимаю пока как»;

«Не могу привыкнуть к ограничению во времени, становится неприятно, когда вы говорите, что время вышло»;

«Очень злит, что вы не говорите ответа, хочется доказать вам что я не глупый»;

«Некоторые вопросы на знания, я не могу на них отвечать, но есть те, которые мне очень нравятся, как загадки, надо их представлять в уме»;

«Времени недостаточно, у меня ничего не выходит»;

«Я не понимаю, как решать эти вопросы. Времени не хватает, и я не обладаю этими знаниями»;

«То, что Вы не говорите ответа – это раздражает, не перестаю думать о вопросе, который был до следующего, это мешает решать»;

«Вот есть вопросы, на которые могу знать ответ, а вот некоторые не смогу решить никак, так как не осведомлена в этой области»;

«Я все равно ничего не понимаю, но я уверен, что существует какая-то закономерность, логически не могу решить»;

«Никаких закономерностей я не вижу, есть только сложные задачи, если не знаешь хоть немного материала докрутить невозможно»;

«Не могу понять, как они решаются, так как не могу решить больше двух вопросов»;

«Для меня очень сложно решать такие вопросы, особенностей не вижу»;

«Мне необходимы ответы на вопросы, потому что не перестаю думать о предыдущих»;

«Я сразу разделила вопросы на загадки и вопросы на знания, но это не помогает решать ни те, ни другие»;

«Много времени уходит на прочтение вопросов, так как совсем не понимаю, что написано»;

«Я заметила, что вопросы двух видов, но не понимаю, что это значит»;

«Наверно у меня маленький интеллект, чтобы это решать, мне сложно»;

«Не вижу смысла в вопросах, которые на смекалку, она у меня не работает»;

«Думаю немного получше решаю. Мне все нравится, но не могу выявить метода как их решать»;

«Я думаю, что надо побольше напрячь мозги, хоть что-то решаю»;

«Для меня все вопросы одинаковые, я не думаю о структуре вопроса, больше сосредоточен на решении вопроса»;

«Очень сложно, когда нет ответов, слишком сосредоточен на предыдущих вопросах»;

«Методов решения не вижу, но вопросы не раздражают, наоборот интересно»;

Не вижу общих признаков у вопросов»;

«Вопросы интересные, если бы я обладала знаниями, то могла бы их решить»;

«Я не нахожу никаких закономерностей, но думаю, все дело в том, что запускаются какие-то механизмы»;

«Сложновато, хочу хоть немного понять, как решаются такие вопросы (просила научить)»;

«Закономерностей не вижу, задачи все разные и надо обладать знаниями хоть в какой-то сфере, теми, которыми обладаю, помогают решать некоторые вопросы»;

«Очень необычные вопросы, сильно пытаюсь сосредоточиться, но не помогает»;

«Ответы приходят намного позже. И после появления ответа вопросы кажутся наиболее глупыми»;

«Не могу найти сходства в вопросах, они совершенно разные»;

«Сходств нет, надо больше думать о тексте вопроса»;

«Надо просто владеть большей информацией, в темах, которые я знаю, вопросы решаются легче»;

«Логически раздумывать вопрос не помогает, мне кажется, что времени очень мало, потому что ответ приходит немного позже»;

«Вопросы очень необычные, я думаю, что есть, за что можно зацепиться»;

«Вопросы неплохие, очень интересные»;

«Не могу сказать ничего особенного, только то, что мне нравится»;

«Задания сложные, пытаюсь найти сходства, но не нахожу»;

«Ответ приходит сам, на некоторые вопросы, остальные не понимаю»;

«Могу сказать, что подобные вопросы вызывают положительные эмоции»;

«Если бы вы говорили ответы на предыдущие неотвеченные вопросы, я бы построил метод решения вопроса»;

«Я знала один вопрос, остальные не понимаю»;

«Странно, что решаю их лучше, возникают в голове сами, но понимания как решил – нет» (упоминание озарения);

«Ответы возникают резко, озарение, после обдумывания. Закономерности нет» (упоминание озарения);

«При решении, ответ на неотвеченный вопрос приходит позже и резко» (упоминание озарения).

Описание схемы вопроса

«Меня очень раздражает начало вопроса. Оно совершенно никак не соотносится с ключевым вопросом»;

«Мне нужны ответы, чтобы понимать, как это решается. Я понимаю, что надо связывать и находить недостающие элементы»;

«Я думаю, что все дело в том, что вопросы какие-то одинаковые, но на разные темы»;

«Построение вопроса имеет важное значение, надо отвечать по форме и иногда это не получается»;

«Я заметил, что надо связать несвязанные элементы в задаче, ответ пришел сам»;

«Задания похожи на загадки, ответ совершенно необычный»;

«Мне кажется, что некоторые вопросы похожи, у них очень несоответственное начало».

Описание способа решения

«Когда я немного отвлекаюсь от вопроса, он внезапно появляется, но такое было пару раз» (упоминание озарения);

«Думаю, что закономерностей нет, но не получается просто взглянуть на вопрос, везде ищу подвох»;

«Я думаю, что вопрос надо держать в голове, посмотреть на него с разных сторон и ответ обязательно придёт, но не на все вопросы»;

«Логически решить невозможно, сколько не пытался, свежий взгляд, думаю, поможет решить»;

«Очень сложно сосредоточиться на вопросе, отвлекают много факторов, пытаюсь расслабиться»;

«Использовал много стратегий для решения, но не помогает».

Реплики из самоотчетов испытуемых во второй половине эксперимента

Констатация факта затруднения без описания способа решения

«Очень устал, как будто мозг работал сам без моего ведома» (упоминание озарения);

«Немного легче решается, ответы приходят как озарение» (упоминание озарения);

«Вопрос решается, быстро и поздно» (упоминание озарения);

«Не вижу особых изменений в решении вопросов, замечаю все чаще, что ответы появляются неожиданно» (упоминание озарения);

«Есть некоторые сферы знания, в которых я могу решить вопросы, остальное дается сложно»;

«Не могу понять, как я решила вопрос, но думаю это просто мои знания»;

«Закономерности не вижу, все они разные и странные»;

«Не могу найти метода решения»;

«Пока ничего не понятно, но мне очень нравится»;

«Ощущение, что вопросы усложнились»;

«Мне нравится решать вопросы, несмотря, что много не решаю. Много вопросов возникают неожиданно» (упоминание озарения);

«Мне нравятся вопросы, но не совсем нравится, что вы не говорите ответов, сложно сделать выводы»;

«Некоторые ответы приходят сразу, резко, это заставляет задуматься» (упоминание озарения);

«Не могу понять, как я отвечаю на эти вопросы, но я думаю, что это просто инсайт» (упоминание озарения);

«Не вижу логики в вопросах, это иногда раздражает

«Кажется, что вопросы стали немного легче»;

«Не вижу особых отличий с предыдущими решениями, вроде решаю также плохо»;

«Вопросы очень нравятся, только для меня все равно остается загадкой, как решаются задания»;

«Я стал лучше их решать, это точно, но как не могу ответить»;

«Очень сложные вопросы, я все еще не вижу закономерностей»;

«Немного необычно и совершенно не понятно – как решаю вопросы»;

«Когда вопрос написан на бумаге, его решать гораздо легче, уже хватает одной минуты на решение»;

«Очень приятно решать эти вопросы, как будто обладаю этими знаниями, но на самом деле это не так»;

«Вопросы как будто стали легче, не могу объяснить, или я просто уже умею их решать»;

«Вот немного полегче вопросы, я думаю, хотя может я просто учусь их решать»;

«Вопросы решаются легче, не могу найти оправдание этому»;

«Ответ приходит резко и быстро, даже иногда это пугает и удивляет» (упоминание озарения);

«Не знаю почему, решаются лучше. Наверно дело в том, что я знаю этот материал»;

«Точно сказать не могу, но видимо дело не во мне, а в легкости вопросов»;

«Не понимаю, как я научился решать эти вопросы, но они необычные»;

«Стал решать лучше, конечно не все двадцать из двадцати, но большую часть решаю»;

«Закономерности я не нашла, но заметила, что стала решать лучше, приходит все само после “логического анализа”»;

«Понятно, что я просто научилась, но точно ответить “как” не могу».

Описание схемы вопроса

«Взгляд почему-то за что-то зацепляется, иногда обычное слово может стать ключом к решению»;

«Задачи совершенно не похожи друг на друга по смыслу, но я думаю, что решаются одинаково. Ключ ко всему не в вопросе, а в начальной информации, которая дается перед самим вопросом»;

«Решаю лучше и это странно, но подсказкой для меня являлось странное условие. После обдумывания я находил ответ»;

«Я не понимаю, как связано условие задания с основным вопросом, когда я пытался заново воспроизвести вопрос в уме и найти связь, ответ приходил через несколько секунд»;

«Очень классные вопросы, мне нравятся, но раздражает необычное начало у некоторых вопросов»;

«Вопросы решаются легко, и я думаю, это связано с одинаковостью вопросов, они чем-то похожи, необычные»;

«Я считаю, что необходимо соотнести начало вопроса (вводная часть) и конец вопроса (сам вопрос)»;

«Почему-то часть вопросов решается легче, думаю это как-то связано с самим вопросом, они необычные, на смекалку».

Описание способа решения

«“Отключение мозга” помогло решить несколько вопросов»;

«Перечитывание вопроса немного облегчает решение, но решаю также плохо»;

«Все задачи очень странно решаются, просто надо посмотреть на них с другой точки зрения»;

«Когда вопрос фоново прогоняется в голове, именно в этот момент я ближе всего к разгадке»;

«Я до сих пор считаю, что просто необходимо с разных углов смотреть на вопрос»;

«Может просто надо перестать искать в памяти ответы, когда так делаю, иногда помогает»;

«Когда я отвлекаюсь, вопрос приходит сам по себе, но его необходимо “мусолить”, обдумывать»;

«Решаю лучше и это очень странно, не могу объяснить, почему так происходит, но я думаю, что очень важно пробежаться по вопросу заново, и ответ придет сам»;

«Задачи решаются легче, я прокручиваю вопрос в голове и пытаюсь связать начало вопроса и сам вопрос»;

«Когда я перестаю думать о вопросе, думаю легче решается»;

«Прокручиваю вопрос, и открываются новые свойства, условия»;

«Немного лучше решаю, думаю просто надо сосредоточиться на вопросе»;

«Получше стало, думаю из-за того, что я просто научился, читаю вопрос очень быстро пробегаюсь по нему несколько раз и сразу приходит ответ»;

«Когда обдумываю условие, решается гораздо легче, надо просто сосредоточиться и перечитать условие»;

«Наверно трачу на прочтение вопроса 20 секунд и в течение времени еще раз перечитываю, совершенно по-другому вижу вопрос»;

«Очень легко решается, могу просто перечитать вопрос, и ответ придет, думаю что-то в голове “связывается”» (упоминание озарения);

«Надо немного напрячься и ответ приходит как озарение, как идея, может все дело не в самом вопросе, а в настрое» (упоминание озарения);

«Я думаю, что надо просто думать о тексте самой задачи, просто держать ее в голове, и однозначно решается лучше»;

«Сам удивляюсь, как я так быстро решаю вопрос, метод решения сложно выделить, но происходит все во время пересмотра вопроса с другой точки зрения»;

«Думаю, что надо просто более подробно разобрать вопрос, вот и всё»;

«Я воспроизводила вопрос в уме пока не получала ответ на него, думаю, что это основной метод решения подобного рода задач».