

КОГНИТИВНАЯ
ПСИХОЛОГИЯ

ОПЕРАЦИОНАЛЬНЫЕ ДЕСКРИПТОРЫ КОГНИТИВНОГО РЕСУРСА
И ПРОДУКТИВНОСТЬ РЕШЕНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАЧ
И ЗАДАЧ-ГОЛОВОЛОМОК¹

© 2001 г. Н. Б. Горюнова*, В. Н. Дружинин**

*Аспирантка Института психологии ГУГН, Москва

**Доктор психол. наук, профессор, зав. лаб. ИП РАН, Москва

Рассматриваются представления о когнитивном ресурсе как количественной характеристике когнитивной системы. Они позволяют объяснить индивидуальные различия в интеллектуальной продуктивности через анализ параметров когнитивных процессов. Обнаружены значимые связи между дескрипторами когнитивного ресурса и показателями продуктивности решения тестовых задач в фиксированные интервалы времени. Установлены различия по характеристикам иконической памяти и времени реакции выбора между группами испытуемых, отличающихся временем решения тестовых задач.

Выделены этапы решения задач-головоломок. Определено соотношение между моделью задачи, реконструируемой индивидом в мысленном плане, и формальной структурой задачи. Выявлено различие по показателям дескрипторов когнитивного ресурса в группах испытуемых, выделенных по критерию успешности решения задач-головоломок.

Ключевые слова: когнитивный ресурс, иконическая память, время реакции выбора, формальная структура задачи, реконструкция модели задачи в мысленном плане.

В когнитивных моделях интеллекта проблема индивидуальных различий сводится к изучению особенностей ментальных структур, обеспечивающих когнитивные процессы [5, 6, 17]. Переход от общих оценок успешности выполнения тестов к анализу параметров когнитивных процессов является перспективным направлением в развитии методов изучения интеллекта. Такой подход позволяет интерпретировать факторы интеллекта с точки зрения процессов переработки информации.

В частности, Д. Карролл, опираясь на модель Д. Гилфорда, выделяет процессуальные параметры, определяющие индивидуальные различия для 24 факторов интеллекта (см. [8]). Например, существенным параметрами фактора словесной флюэнтности² являются: поиск в долговременной памяти слов с заданными признаками; временные характеристики этого поиска; объем вербальной информации, хранящейся в памяти. Согласно Е. Ханту, к когнитивным параметрам, определяющим индивидуальные различия, мож-

но отнести скорость актуализации концепций, соответствующих воспринимаемой информации; скорость обработки информации в кратковременной памяти; скорость циркуляции информации между различными видами памяти и эффективность алгоритмов обработки информации (см. [8]).

В рамках когнитивной парадигмы особый акцент делается на изучении роли “ментальной репрезентации” задачи [16]. Процесс решения задачи предполагает создание модели проблемной ситуации и оперирование этой моделью (поиск в проблемном пространстве). Модель строится из структурных элементов (схем знания), зафиксированных в долговременной памяти. Продуктивная умственная деятельность предполагает создание новой модели из известных элементов (выход за пределы имеющихся данных, скрытых от непосредственного восприятия) [12]. Процесс решения сопряжен с необходимостью выделения формальной структуры задачи (элементов и их отношений) из семантического контекста. Этап реконструкции модели задачи в ментальном плане задает направление поиска в проблемном пространстве. Установление отношений между элементами проблемной ситуации позволяет индивиду выбрать определенный ход решения.

В работах А.В. Брушлинского рассматривается предположение о том, что поиск решения задачи осуществляется на основе “непрерывного, но

¹Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 99-06-80132) и Российского гуманитарного научного фонда (грант № 99-06-00171а), а также Совета по грантам Президента РФ и государственной поддержке ведущих научных школ (грант № 00-15-98867).

²Задание состоит в быстром подборе как можно большего числа слов, соответствующих определенному формальному признаку.

не равномерно формирующегося прогнозирование искомого” [2, с. 154–159]. Согласно автору, альтернативные способы решения задачи являются результатом “живого мыслительного процесса” и субъект осуществляет выбор из альтернатив, представляющих собой уже “готовые продукты мыслительной деятельности” [там же].

В психометрическом подходе операциональное определение интеллекта как способности решать особым образом сконструированные тестовые задания основывается на представлении об уровне умственного развития, детерминирующего успешность выполнения любых познавательных, творческих, сенсомоторных и прочих задач [5]. Можно предположить, что интеллектуальная продуктивность индивида зависит от свойств некой структуры, проявляющихся в симулянтной актуализации множества элементов когнитивной системы, обеспечивающей создание модели задачи в мысленном плане. Реконструкция модели задачи предполагает выделение существенных признаков и анализ формальной структуры задачи (ФСЗ). Существуют аргументы в пользу того, что когнитивный ресурс (КР)³ как психологический конструкт позволяет объяснить индивидуальные различия в интеллектуальной продуктивности через анализ особенностей структурной организации когнитивной системы [3, 5, 6].

Согласно теоретическим представлениям Г. Айзенка, скорость переработки информации (последовательного перебора возможных вариантов) ограничивает число операций, необходимых для одновременной обработки содержания долговременной и кратковременной памяти. Скорость переработки приобретает особую значимость на уровне сенсорного кодирования, поскольку для иконической памяти характерно быстрое стирание следов стимула, поэтому даже незначительные различия в скоростных характеристиках могут иметь существенные последствия для решения когнитивных задач [1, 21–23].

Представление о КР как количественной характеристике когнитивной системы позволяет в ином контексте рассматривать проблему соотношения скорости переработки информации и когнитивной дифференцированности, поставленную Айзенком. Наши рассуждения основаны на гипотезе о том, что множество когнитивных элементов, одновременно актуализирующееся при построении модели задачи в ментальном плане, определяет успешность ее решения. Если для

³ КР – мощность множества связанных когнитивных элементов, отвечающего за активное создание многомерных моделей реальности в процессе решения задач разного уровня сложности. То есть мощность КР определяется совокупностью “активных” и “свободных” когнитивных элементов и проявляется в показателе интеллектуальной продуктивности. В частности, мощность ресурса как интегральная характеристика может отражаться на предельных показателях внимания и памяти [3].

выполнения задания требуется множество элементов, значительно превышающее мощность индивидуального КР, испытуемый не сможет реконструировать адекватную модель ситуации и, следовательно, решить задачу без привлечения дополнительных стратегий.

Если индивидуальный КР превосходит ресурс, необходимый для решения задачи, у индивида остается “свободный” резерв когнитивных элементов, который может быть использован для выполнения параллельного задания, привлечения дополнительной информации (включение задачи в новый контекст) и т.д. В работах [3, 6] уже высказывалось предположение о том, что успешное решение многих творческих задач связано с наличием “свободного” КР, значительно большего, чем необходимо для их решения.

В исследовании соотношения скорости когнитивных процессов, времени реакции (ВР) выбора и психометрического интеллекта [3] подчеркивалось, что характеристики иконической памяти, ВР выбора могут рассматриваться в качестве операциональных дескрипторов КР, т.е. как показатели симультанного отображения и актуализации множества признаков, с которыми производятся операции.

В информационных моделях интеллекта, использующих скоростные тесты, ошибки, как правило, объясняются тем, что человек не успевает осуществить перебор всех возможных вариантов решения и дает неверный ответ. Если следовать этим утверждениям, то любая сложная задача будет решена за неограниченное время.

Введение представлений о КР позволяет предположить, что скоростные характеристики интеллектуальной деятельности зависят от мощности КР. При ограниченной мощности симультанно актуализируется множество когнитивных элементов, которое является недостаточным для реконструкции адекватной модели задачи, вследствие чего возникают ошибки. Дополнительное время может помочь некоторым испытуемым переструктурировать условия задачи. Согласно динамическим принципам организации и восприятия пространства, включающим отношение фигуры и фона, процесс переструктурирования материала в ходе решения задачи предполагает выделение тех элементов ситуации, которые раньше не осознавались или недостаточно осознавались (на заднем плане), и наоборот [7, 15]. Переструктурирование задачи также связывают с актуализацией механизмов, регулирующих интеллектуальную деятельность [5, 6, 17]. Если регуляторные механизмы не сформированы, то увеличение времени не повлияет на решение задачи.

Цель исследования состояла в том, чтобы установить соотношение дескрипторов КР с успешностью решения тестовых задач и задач-головоломок.

Тестовые задания основаны на пространственно-геометрическом материале⁴. Каждая задача предполагает только одно правильное решение, которое надо выбрать из некоторого множества ответов. Задания организованы таким образом, что испытуемому необходимо лишь соотнести вербальную инструкцию с готовой пространственной моделью.

Напротив, решение задач-головоломок ("малых творческих задач") предполагает построение пространственной модели (визуальной картинки) в мысленном плане на основе вербального описания условий задачи, выделение ФСЗ из семантического контекста и поиск правильного ответа в процессе решения (в таких задачах не предлагается множество вариантов ответов для выбора). Многие исследователи отмечают, что задачи-головоломки являются хорошей моделью творческой деятельности (см., например, [9]). С точки зрения Я.А. Пономарева, основная трудность задач-головоломок заключается в том, что они не активизируют необходимого способа действия и не содержат ориентиров, в соответствии с которыми испытуемый может прийти к решению [11]. По мнению С.Л. Рубинштейна, трудность задач-головоломок проистекает из того, что в них на первый план выдвинуты несущественные моменты, а существенные условия замаскированы составителями [13]. При их решении у многих испытуемых возникает устойчивое чрезмерное ограничение зоны поиска, которое преодолевается с большими трудностями [10].

В работе проверялась система исследовательских гипотез, сформулированных в соответствии с целью исследования. Поскольку контргипотезы представляли собой прямое отрицание гипотез, то их формулировки не приводятся.

Гипотеза 1. Операциональные дескрипторы КР связаны с успешностью решения тестовых задач в фиксированные интервалы времени.

Гипотеза 2. Группы испытуемых, отличающиеся по времени решения тестовой задачи, различаются по показателям дескрипторов КР: объему иконической памяти и ВР выбора.

Гипотеза 3. Существует отрицательная корреляция между количеством несущественных признаков (контекстных ассоциаций), выделяемых в процессе решения задачи-головоломки, и успешностью ее решения.

Гипотеза 4. Испытуемые, решившие и не решившие задачи-головоломки, различаются по показателям дескрипторов КР.

В работе решались следующие задачи:

⁴ Согласно Кеттелу, фактор общего ("свободного") интеллекта можно оценить на основе перцептивных заданий, в которых интеллект проявляется через анализ особенностей восприятия (см.: Руководство "Культурно-свободный тест интеллекта Р. Кеттела". СПб., 1994).

– Определить интеллектуальную продуктивность, а именно индивидуальные показатели успешности решения тестовых задач с ограничением времени, и оценить выраженность дескрипторов КР (объем иконической памяти и ВР выбора) у испытуемых.

– Установить соотношение между дескрипторами КР и успешностью решения тестовых задач (с ограничением времени).

– Разделить выборку испытуемых на группы по критерию времени решения тестовой задачи и сравнить показатели дескриптора КР в этих группах.

– Выделить этапы решения задач-головоломок и определить показатель успешности их выполнения.

– Установить соответствие между моделью задачи, реконструируемой индивидом в мысленном плане, и ФСЗ на основании соотношения между количеством контекстных ассоциаций, используемых испытуемым, и успешностью решения задачи-головоломки.

– Выделить группы испытуемых по критерию успешности решения ими задач-головоломок и сравнить показатели дескрипторов КР в этих группах.

МЕТОДИКА

Испытуемые. В исследовании приняли участие 30 чел. (25 женщин, 5 мужчин), студенты 1-го курса психологического факультета ГУГН в возрасте от 17 до 22 лет (медиана = 18).

Оценка индивидуально-психологических характеристик испытуемых

Интеллектуальную продуктивность определяли по модифицированному варианту теста интеллекта Кеттела (Culture-Fair Intelligence Test, CFIT). Из каждого субтеста были отобраны задания среднего уровня сложности (от 42 до 71% решивших данное задание на выборке 238 чел.; медиана = 57%). Таким образом, из первого субтеста было отобрано 6 заданий, из второго – 6, из третьего – 3 и из четвертого – 7. Форма проведения теста – индивидуальная. Время выполнения заданий ограничивалось и фиксировалось по секундомеру. На выполнение каждого задания испытуемому отводилось 20 с⁵, в случае неправильного решения ему давалось дополнительное время ($t_{доп1} = 20$ с, $t_{доп2} = 20$ с).

В руководстве к тесту Р. Кеттела для каждого субтеста выделены формальные этапы выполнения задания. На первом этапе важен анализ формальных характеристик (пространственное расположение, форма, размер, количество, пространственное отношение между элементами фигур и т.д.), на втором – определение принципа решения. Для анализа использовался показатель продуктивности (*Pro*), характеризующий успешность выполнения задания в определенный временной интервал ($t_{осн} = 3$ балла, $t_{доп1} = 2$, $t_{доп2} = 1$, 0 баллов – задание не решено).

Дескрипторы КР (иконическую память, ВР выбора) определяли с помощью компьютерной программы, разработанной и апробированной в лаборатории А.Н. Лебедева (см. [3]). Для оценки максимально возможного объема иконической памяти использовали методику частичного отчета, предложенную Сперлингем. Стимульным материалом слу-

⁵ Среднее время из расчета 4 мин на 12 заданий (см.: Руководство "Культурно-свободный тест интеллекта Р. Кеттела". СПб., 1994).

жили простые десятичные цифры, расположенные в центре экрана в виде матрицы 3×4 . Проводили две серии измерений, характеризующихся разной степенью трудности задания. В первой – стимулы выбирались с равной вероятностью из двоичного алфавита (0 и 1). Во второй – размер алфавита возрастал до десяти (цифры от 0 до 9). Вторая серия состояла из двух подсерий, отличающихся инструкцией⁶.

Для оценки максимально возможного объема кратковременной и сенсорной (иконической) памяти подсчитывали число правильных ответов (в %). Для анализа ВР испытуемого в ситуации выбора из нескольких вариантов (от 2 до 10) использовали среднюю величину ВР выбора, рассчитанную для каждой серии (в мс).

Анализ соответствия ментальной модели задачи ее формальной структуре проводился на примере решения следующих “малых творческих задач” (задач-головоломок):

“В Бруклин или Бронкс”

Один молодой человек жил в Манхэттене возле станции метро. У него были две знакомые девушки: одна из них жила в Бруклине, другая – в Бронксе. Когда он ехал к девушке из Бруклина, то садился в поезд, подходящий к платформе со стороны центра города; когда же ехал к девушке из Бронкса, то садился в поезд, идущий в центр. Поскольку обе девушки нравились ему одинаково, он просто садился в тот поезд, который приходил первым. Таким образом, случай определял, куда ему ехать. Молодой человек приходил на станцию каждую субботу в разное время, а в ту пору поезда и в Бруклин и в Бронкс ходили с одинаковыми интервалами в 10 минут. Тем не менее по каким-то непонятным причинам большую часть времени он проводил с девушкой из Бруклина: в среднем из каждых десяти поездов девять приходилось на Бруклин. Попробуйте догадаться, почему у Бруклина такой огромный перевес.

“По дороге идут машины”

По узкой дороге (шириной в три метра) слева направо со скоростью 20 м/с мчатся машины. Они идут такой плотной колонной, что пешеходу рискованно пытаться проскочить между ними через дорогу. Поэтому пешеходов накопилось на обочине очень много – двести человек. Но вот в колонне машин появился просвет длиной в 100 м. Успеют ли пешеходы перейти через дорогу в этом просвете? Если они ринутся толпой, то вполне возможно несчастье. Организуйте, пожалуйста, им переход так, чтобы все они без давки и суматохи, не спеша, со скоростью 1 м/с, держа друг друга за руки перешли через дорогу в этом просвете и чтобы движение машин при этом не было остановлено.

По аналогии с тестовыми задачами были выделены формальные этапы решения задач-головоломок на основе анализа протоколов испытуемых. Для успешного решения задачи “В Бруклин или Бронкс” испытуемому необходимо: 1) используя вербальное описание, построить пространственную модель (“человек, подходящий на станцию метро, и движение поездов”); 2) перевести пространственную модель ситуации во временные характеристики; 3) совершить обратную трансформацию временных характеристик в пространственную схему и осуществить “попадание точки в интервал”⁷; 4) выполнить числовые операции.

⁶ Инструкция для первой подсерии: “Нажмите клавишу “0” после исчезновения четной цифры или клавишу “1” после исчезновения нечетной цифры”. Инструкция для второй подсерии: “Нажмите на правой панели клавиатуры ту клавишу, которая соответствует исчезнувшей цифре”.

⁷ Испытуемый, строя модель задачи в мысленном плане, должен совместить три события: приход поезда в Бруклин, приход поезда в Бронкс, приход юноши на станцию. “Попадание точки в интервал” – определение момента времени прихода юноши на станцию относительно интервалов следования поездов.

Для успешного решения задачи “По дороге идут машины” необходимо: 1) на основе вербального описания построить пространственную модель (“поток движущихся машин и стоящие на обочине люди”); 2) осуществить переход от движения машин к движению “просвета” между машинами; 3) линейно расположить пешеходов вдоль дороги перед “просветом”; 4) выполнить числовые операции (перед каждым человеком “просвет” движется 5 с, т.е. у каждого – резерв 2 с).

Для оценки успешности решения задач-головоломок использовалась номинальная шкала: 1 – решил (прошел 3-й и 4-й этапы), 0 – не решил (дошел лишь до 2-го этапа).

Основные статистические гипотезы:

К гипотезе 1

H_1 : Корреляция между дескрипторами КР и показателем продуктивности решения тестовых задач (за ограниченное время) достоверно отличается от нуля.

H_0 : Корреляция между дескрипторами КР и показателем продуктивности решения тестовых задач (за ограниченное время) незначима.

К гипотезе 2

H_1 : Характеристики распределений значений дескрипторов КР в четырех группах испытуемых (1-я – решившие задание за $t_{осн}$, 2-я – решившие задание за $t_{доп1}$, 3-я – решившие за $t_{доп2}$, 4-я – не решившие задание) значимо различаются по критерию χ^2 .

H_0 : Характеристики распределений значений дескрипторов КР в четырех группах достоверно не различаются.

К гипотезе 3

H_1 : Корреляция между количеством контекстных ассоциаций (неспецифических признаков) и показателем продуктивности решения задач-головоломок достоверно отличается от нуля.

H_0 : Корреляция между количеством контекстных ассоциаций и показателем продуктивности решения задач-головоломок не отличается от нуля.

К гипотезе 4

H_1 : Характеристики распределений значений дескрипторов КР в двух группах испытуемых (1-я – решившие, 2-я – не решившие задачи-головоломок) значимо различаются по критерию χ^2 .

H_0 : Характеристики распределений значений дескрипторов КР в двух группах испытуемых не различаются достоверно.

Для проверки гипотез о связях применяли метод ранговой корреляции Спирмена, который позволяет определить силу и направление корреляционной связи между анализируемыми переменными. Проверку гипотез о различиях осуществляли с помощью непараметрического критерия Крускала-Уоллиса. Использование методов непараметрической статистики обусловлено тем, что анализируемые шкалы переменных относятся к типу комбинированных, т.е. сочетают в себе свойства как порядковых, так и интервальных шкал. Проверка исследуемых показателей на нормальность распределения относительно данной выборки показала лишь грубое приближение кривых распределения к нормальному виду.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Оценка индивидуально-психологических характеристик испытуемых

Интеллектуальная продуктивность (показатели успешности решения тестовых задач в условиях ограниченного времени). Среднее значение количества заданий, выполненных за $t_{осн}$, составило 57.12%, медиана – 59.09%, размах распределения – от 22.73 до 90.91%. Среднее значение количества заданий, выполненных за $t_{доп1}$, – 18.94%, медиана – 18.18%, размах распределения – от 4.55 до 40.91%. Среднее значение количества

