

КОГНИТИВНАЯ  
ПСИХОЛОГИЯ

ОПЕРАЦИОНАЛЬНЫЕ ДЕСКРИПТОРЫ КОГНИТИВНОГО РЕСУРСА  
И ПРОДУКТИВНОСТЬ РЕШЕНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАЧ  
И ЗАДАЧ-ГОЛОВОЛОМОК<sup>1</sup>

© 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, существенными параметрами фактора словесной флюэнтности<sup>2</sup> 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

<sup>1</sup>Исследование 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).

<sup>2</sup>Задание 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)<sup>3</sup> 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

<sup>3</sup> 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 материале<sup>4</sup>. 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:

<sup>4</sup> 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 с<sup>5</sup>, 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-

<sup>5</sup> 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  $3 \times 4$ . 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 инструкцией<sup>6</sup>.

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”<sup>7</sup>; 4) выполнить числовые операции.

<sup>6</sup> 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”.

<sup>7</sup> 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  $\chi^2$ .

$H_0$ : 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-головоломки) значимо различаются по критерию  $\chi^2$ .

$H_0$ : 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

Таблица 1. Средние значения, медиана и размах распределений анализируемых показателей

Переменные	Описательная статистика (N = 30)				
	Среднее значение	Медиана	Размах распределения		Станд. откл. (SD)
			Min	Max	
Иконическая память*, для алфавита из 2 цифр (0 и 1), в %	84.79	83.00	67.00	100.00	9.39
Иконическая память, для алфавита из 10 цифр (от 0 до 9), в %, 1-я подсерия	68.34	71.00	45.00	91.00	12.88
Иконическая память, для алфавита из 10 цифр (от 0 до 9), в %, 2-я подсерия	40.62	40.00	34.00	59.00	6.19
Объем кратковременной памяти, в %	77.52	79.00	68.00	83.00	3.65
ВР выбора, для алфавита из 10 цифр (от 0 до 9), в мс	576.31	575.00	467.00	727.00	76.70

\* Испытуемым предъявлялась матрица  $3 \times 4$ , состоящая из простых десятичных цифр, выбранных с равной вероятностью.

заданий, выполненных за  $t_{доп2}$ , составило 10.97%, медиана – 9.09%, размах распределения – от 0.0 до 31.82%. Среднее значение невыполненных заданий – 13.18%, медиана – 11.36%, размах распределения – от 0.0 до 36.6%.

**Показатели иконической и кратковременной памяти, ВР выбора.** Среднее значение показателя иконической памяти для двоичного алфавита (0 и 1) составило 84.79%, медиана – 83.00%, размах распределения – от 67.00 до 100% (табл. 1).

Средний процент правильных ответов для алфавита из десяти цифр (от 0 до 9) составил: для 1-й подсерии – 68.34%, медиана – 71.00%, размах – от 45.00 до 91.00%; для 2-й подсерии – 40.62%, медиана – 40.00%, размах – от 34.00 до 59.00%.

Среднее значение показателя объема кратковременной памяти – 77.57%, медиана – 79.00%, размах – от 68.00 до 83.00%. Среднее ВР выбора для алфавита из десяти цифр в данной возрастной группе – 576.31 мс, медиана – 575.00 мс, размах – от 467.00 до 727.00 мс (см. табл. 1).

**Соотношение дескрипторов КР с успешностью решения тестовых задач** (исследовательская гипотеза 1). В результате корреляционного анализа переменных установлены значимые связи между дескрипторами КР и продуктивностью выполнения отдельных тестовых заданий (табл. 2). Показатель  $Pro_{1.1}$  положительно связан с характеристиками иконической памяти для алфавита из двух цифр: 0 и 1 ( $r_s = 0.516$ ,  $p = 0.004$ ) и отрицательно коррелирует с ВР выбора из десяти вариантов ( $r_s = -0.414$ ,  $p = 0.023$ ).

Установлена положительная корреляция между характеристикой кратковременной памяти и показателями  $Pro_{2.3}$  ( $r_s = 0.509$ ,  $p = 0.004$ ),  $Pro_{3.1}$  ( $r_s = 0.361$ ,  $p = 0.050$ ),  $Pro_{4.3}$  ( $r_s = 0.397$ ,  $p = 0.030$ ).

Противоречивые данные получены относительно характеристики иконической памяти для алфавита из десяти цифр (VSM10.2). Данный дескриптор отрицательно связан с показателем  $Pro_{1.2}$  ( $r_s = -0.473$ ,  $p = 0.008$ ) и положительно – с  $Pro_{4.5}$  ( $r_s = 0.368$ ,  $p = 0.045$ ).

Таким образом, для заданий 1.1, 1.2, 2.3, 3.1, 4.3, 4.5 принимается статистическая гипотеза  $H_1$ , для остальных тестовых заданий – гипотеза  $H_0$ .

**Соотношение выраженности дескрипторов КР в группах испытуемых, выделенных по критерию времени решения тестовой задачи** (исследовательская гипотеза 2). Применение непараметрического критерия Крускала–Уоллиса позволило установить различия по показателям когнитивного ресурса между выборками, отличающимися по времени выполнения тестового задания (выполнившие тестовое задание за  $t_{осн}$ ,  $t_{доп1}$ ,  $t_{доп2}$  и не решившие его, см. табл. 3). Установлено, что четыре группы испытуемых (1-я – решившие за  $t_{осн}$ ; 2-я – за  $t_{доп1}$ ; 3-я – за  $t_{доп2}$ ; 4-я – не решившие задание) значимо отличаются по характеристикам иконической памяти: для алфавита из двух цифр ( $NI.1$ ,  $\chi^2 = 10.35$ ;  $p = 0.016$ ), для алфавита из десяти цифр ( $NI.2$ ,  $\chi^2 = 7.62$ ;  $p = 0.055$ ;  $NI.5$ ;  $\chi^2 = 12.84$ ;  $p = 0.005$ ). По данным табл. 3 видно, что ВР выбора

Таблица 2. Корреляции между дескрипторами КР и продуктивностью решения тестовых задач в фиксированные интервалы времени

Сопоставляемые показатели	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена ( $r_s$ ) (N = 30)
$Pro_{1.1}$ & VSM2	0.516**
$Pro_{1.1}$ & TR10 <sup>M</sup>	-0.414*
$Pro_{1.2}$ & VSM10.2	-0.473**
$Pro_{2.3}$ & VSHM	0.509**
$Pro_{3.1}$ & VSHM	0.361*
$Pro_{4.3}$ & VSHM	0.397*
$Pro_{4.5}$ & VSM10.2	0.368*

\*  $p \leq 0.05$ , \*\*  $p \leq 0.01$ ;  $Pro_{1.1}$  – продуктивность по заданию 1.1; VSM2 – иконическая память (матрица  $3 \times 4$ , состоящая из 0 и 1); VSM10.2 – показатель иконической памяти, зарегистрированный по 2-й подсерии (матрица  $3 \times 4$ , состоящая из цифр от 0 до 9); VSHM – объем кратковременной памяти; TR10<sup>M</sup> – время реакции выбора (для алфавита из 10 цифр) с учетом % правильных ответов.

**Таблица 3.** Различия дескрипторов КР в группах испытуемых, выполнивших тестовое задание за  $t_{осн}$ ,  $t_{доп1}$ ,  $t_{доп2}$  или не решивших его

№ задания	Критерий Крускала–Уоллиса ( $N = 30$ )			
	Иконическая память*, для алфавита из 2 цифр (0 и 1)	Иконическая память, для алфавита из 10 цифр (от 0 до 9)	Объем кратковременной памяти	ВР выбора, для алфавита из 10 цифр (от 0 до 9)
1.1	$\chi^2 = 10.35; p = 0.016$	–	–	$\chi^2 = 7.06; p = 0.07$
1.2	–	$\chi^2 = 7.62; p = 0.055$	–	–
1.5	–	$\chi^2 = 12.84; p = 0.005$	–	$\chi^2 = 8.104; p = 0.044$
2.3	–	–	$\chi^2 = 11.20; p = 0.011$	–
3.1	–	–	$\chi^2 = 8.64; p = 0.013$	–
3.3	–	–	$\chi^2 = 8.05; p = 0.045$	–
4.4	–	–	–	$\chi^2 = 8.53; p = 0.036$
4.6	–	–	–	$\chi^2 = 8.32; p = 0.040$

\* Испытуемым предъявлялась матрица  $3 \times 4$ , состоящая из простых десятичных цифр, выбранных с равной вероятностью.

(для алфавита из десяти цифр) также достоверно различается в этих четырех группах испытуемых ( $N1.5$ ,  $\chi^2 = 8.104; p = 0.044$ ;  $N4.4$ ,  $\chi^2 = 8.53; p = 0.036$ ;  $N4.6$ ,  $\chi^2 = 8.32; p = 0.040$ ).

При сопоставлении четырех групп, отличающихся по времени решения, были установлены различия по характеристикам кратковременной памяти ( $N2.3$ ,  $\chi^2 = 11.20; p = 0.011$ ;  $N3.1$ ,  $\chi^2 = 8.64; p = 0.013$ ;  $N3.3$ ,  $\chi^2 = 8.05; p = 0.045$ ).

Таким образом, для заданий 1.1, 1.2, 1.5, 2.3, 3.1, 3.3, 4.4, 4.6 принимается статистическая гипотеза  $H_1$ , для остальных заданий –  $H_0$ .

Соотношение между количеством контекстных ассоциаций и успешностью решения (исследовательская гипотеза 3). Установлена отрицательная корреляция между количеством контекстных ассоциаций, привлекаемых испытуемым в процессе решения задачи, и успешным ее решением ( $r_s = -0.389, p = 0.044$ ). Иными словами, большое количество альтернативных гипотез значительно задерживает успешное развитие процесса решения задачи. Полученный результат позволяет принять статистическую гипотезу  $H_1$ .

Соотношение выраженности дескрипторов КР в группах испытуемых, выделенных по критерию успешности решения задач-головоломок (исследовательская гипотеза 4). Согласно резуль-

**Таблица 4.** Различия дескрипторов КР в группах испытуемых, решивших или не решивших “малые творческие задачи”

Дескрипторы когнитивного ресурса ( $N = 28$ )	Медианный тест ( $\chi^2$ )	Критерий Крускала–Уоллиса ( $H$ )
Иконическая память, для алфавита из 2 цифр (0 и 1)	–	4.68
ВР выбора, для алфавита из 10 цифр (от 0 до 9)	3.74	5.64

$p \leq 0.05$ .

татам, представленным в табл. 4, две группы испытуемых (1-я – решившие; 2-я не решившие задачи-головоломок) достоверно различаются по показателям иконической памяти ( $\chi^2 = 4.68; p = 0.031$ ) и ВР выбора ( $\chi^2 = 3.74; p = 0.053; H = 5.64, p = 0.018$ ).

Таким образом, принимается статистическая гипотеза  $H_1$ : испытуемые, решившие задачи-головоломок, отличаются от тех, кто их не решил, распределением значений дескрипторов КР. То есть у тех, кто успешно справился с задачей-головолодкой, объем иконической памяти больше, а ВР выбора меньше по сравнению с теми, кто ее не решил.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Соотношение дескрипторов КР с успешностью решения тестовых задач. Первоначально предполагалось, что дескрипторы КР будут связаны с показателем продуктивности ( $Pro$ ) решения тестовых задач следующим образом. Испытуемые, выполняющие тестовое задание в основное время, предположительно имеют более мощный КР (большой объем иконической памяти и меньшее ВР выбора) по сравнению с теми, кто решает или не решает задание за дополнительное время.

Положительная связь между показателем иконической памяти для алфавита из двух цифр (процентом правильных ответов) и успешностью выполнения отдельного тестового задания ( $Pro_{1.1}$ ) косвенно подтверждает предположение о том, что симультанное оперирование множеством признаков, адекватных заданным условиям, определяет успешность выполнения тестовых задач в условиях ограниченного времени.

Сходным образом можно объяснить отрицательную связь между показателем продуктивности по заданию 1.1 ( $Pro_{1.1}$ ) и ВР выбора. Для испытуемых, которые решают задание за дополнительное время (или не решают), характерно и

большее ВР в ситуации выбора. Согласно результатам, представленным в работе [3], ВР выбора оказалось связанным с уровнем общего интеллекта. Это позволяет предположить, что временные характеристики играют существенную роль в процессе решения тестовых задач.

Положительная связь между показателем продуктивности по отдельным заданиям и характеристикой кратковременной памяти, возможно, свидетельствует о том, что успешность выполнения и того, и другого задания обусловлена влиянием общего механизма функционирования когнитивной системы. Мы полагаем, что simultанность как свойство когнитивной системы позволяет описать данный механизм на этапе реконструкции ментальной модели задачи. Возможность быстро построить формальную схему (модель), отражающую объективные признаки задачи, связана с simultанной актуализацией множества элементов когнитивной системы (признаков, релевантных условию) и способностью индивида оперировать им в проблемной ситуации.

Противоречивые данные, полученные относительно показателя иконической памяти для алфавита из десяти цифр, зарегистрированного во второй подсерии, возможно, объясняются достаточно сложной процедурой идентификации стимула (стертой цифры). Из табл. 1 видно, что для этой подсерии характерен высокий процент случайных ответов (в среднем 40% правильных ответов). Отрицательная корреляция показателя VSM10.2 с продуктивностью выполнения задания N1.2 и положительная – с продуктивностью по заданию N4.5, скорее всего, связано с угадыванием стертой цифры, а не ее идентификацией.

Отсутствие достоверных связей между дескрипторами КР (характеристиками иконической памяти и ВР выбора) и продуктивностью решения (*Pro*) большего числа тестовых заданий, которые предлагались испытуемым, можно объяснить следующим: во-первых, задания были среднего уровня трудности; во-вторых, для их решения отводилось усредненное время.

Возможно,  $t_{ср}$ , равное 20 с, оказалось слишком большим для проверки гипотезы о связи дескрипторов КР с продуктивностью решения тестовых задач. У испытуемых, имеющих предположительно ограниченный КР, могут актуализироваться регуляторные механизмы, что позволяет им успешно решить задание за отведенное время; тем самым обуславливается отсутствие значимой корреляции между показателем продуктивности и операциональными дескрипторами КР.

Усредненные характеристики времени решения и уровня трудности задания препятствуют дифференцированию индивидов по параметрам КР. Если бы использовались более трудные задания или давалось меньшее время на их решение, мы, вероятно, могли бы выделить группу испытуемых,

быстро и правильно решающих тестовое задание повышенной трудности за ограниченное время и, следовательно, отличающихся большой мощностью КР.

*Соотношение выраженности дескрипторов КР в группах испытуемых, выделенных по критерию времени решения тестовой задачи.* Кратко остановимся на выявленных различиях между группами испытуемых (решивших тестовое задание за  $t_{осн}$ ,  $t_{доп1}$ ,  $t_{доп2}$  и не решивших его) по ряду показателей КР. Выделенные группы достоверно различаются по успешности выполнения простых когнитивных задач, что проявляется в показателях иконической памяти и ВР выбора. Если реконструкция модели задачи в мысленном плане требует одновременной актуализации множества элементов когнитивной системы, то можно предположить, что испытуемые, выполняющие задание за основное время, отличаются от тех, кому необходимо дополнительное время, мощностью КР.

*Соотношение между количеством контекстных ассоциаций и успешностью решения задач-головоломок.* При анализе протоколов, в которых фиксировался процесс решения задачи-головоломок, было выявлено большое количество контекстных ассоциаций. Как правило, те испытуемые, которые не смогли выделить ФСЗ, пытались компенсировать неопределенность проблемной ситуации, привлекая нерелевантную дополнительную информацию (выдвигая альтернативные гипотезы), и застревают на первых этапах решения. Испытуемые, которым удалось выделить формальные признаки задачи и успешно оперировать ими, находили верное решение. Наше утверждение в определенном аспекте согласуется с результатами исследований возникновения и функционирования гипотез в процессе решения задач. Еще в экспериментах Д. Брунера было показано, что “наплыв альтернативных гипотез значительно задерживает успешное развитие процесса решения задачи” (см. [8, с. 310]).

*Соотношение выраженности дескрипторов КР в группах испытуемых, выделенных по критерию успешности решения задач-головоломок.* Решение задач-головоломок сопряжено у испытуемых с трудностями формализации условий задачи. За время, отведенное на решение, только часть их справилась с задачей (39% испытуемых относительно данной выборки).

Некоторые испытуемые, сталкиваясь с трудностями при решении задачи, начинали “пересматривать” ее условия (изменяли направление поиска), однако успешного решения они не достигали. Наглядно это можно продемонстрировать на примере решения задачи “В Бруклин или Бронкс”. На определенном этапе решения некоторые испытуемые пытались анализировать движение поездов, при этом элемент, объективно необходимый для правильного решения задачи – *расписа-*

ние движения поездов, — по-прежнему не учитывался.

Частично наши данные согласуются с результатами исследований, проводимых ранее. Как показано в работе [10], у решающих задачу испытуемых возникает неадекватное ограничение зоны поиска. Элементы ситуации, объективно необходимые для решения, остаются вне зоны поиска. Исследование локаций ограничения этой зоны связано с проблемой избирательности внимания, которая достаточно хорошо проанализирована в психологической литературе. «Направление внимания определяется в первую очередь не внешними объектами, а моделями, сформированными в нашем сознании» [4, с. 186].

Некоторые авторы акцентируют внимание на психологических барьерах, возникающих в процессе решения задач [14, 19 и др.]. Испытуемый может переформулировать задачу и работать с более ограниченной проблемой или же, не проанализировав всех условий, выделить тот или иной аспект, на основе которого строить модель, неадекватную условиям задачи. Согласно экспериментальным данным [10], это выражается в чрезмерном ограничении зоны поиска, в результате чего оптимальное решение становится недоступным.

Можно предположить, что ограничение (расширение) зоны поиска в процессе решения малых творческих задач обусловлено особенностями структурной организации когнитивной системы. Метафора «когнитивный ресурс» позволяет объяснить некоторые основания данного феномена. Индивидуальный КР может быть использован для «расширения зоны поиска» признаков, соответствующих заданным условиям, в случае, если сформированы механизмы регуляции интеллектуальной деятельности. Однако стратегия расширения зоны поиска не всегда бывает эффективной, в частности привлечение дополнительной нерелевантной информации снижает возможность верного решения. Если мощность КР индивида достаточна для построения адекватной модели задачи, нет необходимости использовать подобные стратегии.

Отличие по показателям иконической памяти и ВР выбора между группами испытуемых, успешно решивших задачи-головоломки и не решивших их, является дополнительным подтверждением наличия некой общей характеристики, влияющей на успешность выполнения разного типа задач (как тестовых, так и малых творческих).

На наш взгляд, успешное решение задачи-головоломки связано со способностью выделить формальную структуру, отражающую объективные параметры задачи. Привлечение дополнительной нерелевантной информации (контекстных ассоциаций) вызывает трудности в формализации

условий задачи и снижает вероятность правильного решения.

Если предположить, что множество когнитивных элементов, актуализирующихся при построении ментальной модели задачи, каким-то образом связано с успешностью ее решения, то возникает необходимость в описании механизмов, обуславливающих эту связь. Анализ процесса решения включает установление соответствия между моделью задачи, реконструируемой испытуемым в мысленном плане, и ФСЗ. Выделение и анализ формальных характеристик задачи позволяет достаточно быстро спрогнозировать верное решение. Индивидуальные различия в способности симультанно оперировать множеством признаков, описывающих ФСЗ, на наш взгляд, объясняются мощностью КР испытуемого.

Анализ несущественных признаков в процессе решения затрудняет формализацию заданных условий и приводит к построению неадекватной модели задачи. Соответствие ФСЗ и модели задачи, реконструируемой испытуемым в мысленном плане, обуславливает успешность ее решения.

Процесс решения задачи-головоломки формально можно разбить на этапы, при этом переход с одного этапа на другой требует определенной мощности КР. Индивиды, решившие задачу (прошедшие все формальные этапы), отличаются от тех, кто ее не решил, по показателям КР. Полученные результаты косвенно подтверждают предположение о том, что мощность КР определяет индивидуальные различия в продуктивности решения малых творческих задач.

## ВЫВОДЫ

1. Операциональные дескрипторы КР связаны с успешностью решения лишь небольшой части тестовых задач (среднего уровня трудности) в фиксированные интервалы времени, предлагаемых испытуемым. Объем иконической памяти положительно связан с продуктивностью выполнения заданий 1.1 и 4.5, а ВР выбора отрицательно коррелирует с успешностью решения задания 1.1.

2. Группы испытуемых, решивших тестовое задание в разные временные интервалы (за  $t_{осн}$ ,  $t_{доп1}$ ,  $t_{доп2}$ ) или не решивших его, характеризуются различной выраженностью дескрипторов КР. Выявлены различия между группами испытуемых по показателям иконической памяти (для заданий 1.1, 1.2, 1.3) и ВР выбора (для 1.1, 1.3, 4.4, 4.6).

3. Установлена отрицательная связь между количеством контекстных ассоциаций, используемых испытуемым при решении задачи-головоломки, и успешностью ее решения: большое количество альтернативных гипотез значительно задерживает успешное развитие процесса решения задачи.



4. Выявлено различие в показателях дескрипторов КР (характеристики иконической памяти и ВР выбора) между группами испытуемых, решивших и не решивших задачу-головоломку: у тех испытуемых, кто успешно справился с ней, объем иконической памяти больше, а ВР выбора меньше по сравнению с теми, кто ее не решил.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзенк Г.Ю. Интеллект: новый взгляд // Вопросы психологии. № 1. 1995. С. 111–131.
2. Брушлинский А.В. Мышление и прогнозирование. М.: Мысль, 1979.
3. Горюнова Н.Б., Дружинин В.Н. Операциональные дескрипторы ресурсной модели общего интеллекта // Психол. журн. 2000. Т. 21. № 4. С. 57–64.
4. Де Боно Э. Латеральное мышление. СПб.: Питер, 1997.
5. Дружинин В.Н. Психология общих способностей. СПб.: Питер, 1999.
6. Дружинин В.Н. Метафорические модели интеллекта // Психол. журн. 1999. Т. 20. № 6. С. 44–52.
7. Дункер К. Психология продуктивного (творческого) мышления // Психология мышления / Под ред. А.И. Матюшкина. М.: Прогресс, 1965.
8. Кулагин Б.В. Основы профессиональной психодиагностики. М.: Медицина, 1984.
9. Леонтьев А.Н. Опыт экспериментального исследования мышления: Доклады на совещании по вопросам психологии. М., 1954.
10. Мазиллов В.А. Психологический анализ ограничения зоны поиска в процессе решения мыслительных задач: Дис. ... канд. психол. наук. Ярославль, 1981.
11. Пономарев Я.А. Психология творческого мышления. М., 1960.
12. Психология: Учебник для экономических вузов. М.: Питер, 2000.
13. Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования. М., 1958.
14. Сверчкова Р.Т. Создание проблемной ситуации на основе психологического барьера прошлого опыта // Экспериментальное исследование продуктивных (творческих) процессов мышления / Сост.: Д.Н. Завалишина, А.М. Матюшкин. М.: Знание, 1973. С. 55–59.
15. Современная психология: Справочное руководство / Под ред. В.Н. Дружинина. М.: Инфра-М, 1999.
16. Стернберг Р.Д. Триархическая теория интеллекта // Иностранная психология. 1996. № 6. С. 54–61.
17. Холодная М.А. Психология интеллекта: парадоксы исследования. М. – Томск, 1997.
18. Элиава Н.Л. Мыслительная деятельность и установка // Исследование мышления в советской психологии / Отв. ред. Е.В. Шорохова. М., 1966. С. 278–319.
19. Эсаулов А.Ф. Психология решения задач. М.: Высшая школа, 1972.
20. Bert C. The structure of ming: a review of the results of factor analysis // British. J. of Educational Psychology. 1949. № 19. P. 49–70.
21. Eysenck H.J. Toward a new model of intelligence // Person. Individ. Diff. 1986. V. 7. № 5. P. 731–736.
22. Eysenck H.J. Speed of information processing, reaction time and the theory of intelligence // Speed of Information Processing and Intelligence / Ed. by P.A. Vernon. N.J.: Ablex Norwood, 1986.
23. Neubauer A.C., Rienann R., Mayer R., Angleitner A. Intelligence and reaction times in the Hick, Sternberg and Posner Paradigms // Person. Individ. Diff. 1997. V. 22. № 6. P. 885–894.

## OPERATIONAL DESCRIPTORS OF THE COGNITIVE RESOURCE AND PRODUCTIVITY OF TEST TASKS AND PUZZLES SOLVING

N. B. Gorunova\*, V. N. Druzhinin\*\*

\*Post-graduate, Institute of Psychology GUGN, Moscow

\*\*Dr. sci. (psychology), professor, head of laboratory, IP RAS, Moscow

The conception of the cognitive resource as a quantitative characteristic of cognitive system is considered. This conception allows to explain individual differences in intellectual productivity through analysis of cognitive processes parameters. The significant correlations between descriptors of the cognitive resource and indices of productivity of test tasks solving in fixed time intervals are found. The differences in characteristics of iconic memory and choice TR in groups of Ss with different time of test tasks solving are established.

There were distinguished the stages of puzzles solving. The correlation between the task model constructed by subject mentally and the formal task structure was defined. The difference in indices of the cognitive resource in groups of Ss distinguished using criteria of successful puzzle solving was found.

*Key words:* cognitive resource, choice TR, formal task structure, task model constructed mentally.