

- Методология и теория
- 3 *Асмолов А.Г., Сорокина С.С.*  
Культурные практики поддержки конструктивного и деструктивного разнообразия в сложных системах
- 16 *Знаков В.В.*  
Теоретические основания понимания западной постправды и русского вранья
- 29 *Апресян Р.Г.*  
Концепция социально-эмоционального обучения и задачи морального воспитания
- Возрастная и педагогическая психология
- 40 *Алмазова О.В., Белолицкая А.К., Бухаленкова Д.А., Веракса А.Н., Гаврилова М.И.*  
Образовательная среда и эмоционально-личностное развитие дошкольников
- 52 *Визгина А.В., Джерелиевская М.А.*  
Связь образа мира бакинских подростков с типами семейного взаимодействия
- 65 *Моросанова В.И., Филиппова Е.В.*  
От чего зависит надежность действий учащихся на экзамене
- 78 *Чижев Е.Д., Алексеев К.И.*  
Представления о смерти и суицидальном поведении в виртуальных сообществах молодежи
- Тематические сообщения
- 90 *Леонтьев Д.А., Шильманская А.Е.*  
Жизненная позиция личности: от теории к операционализации
- 101 *Завершнева Е.Ю.*  
Психоз, язык и свобода поведения
- 113 *Расказова Е.И., Тхостов А.Ш., Ковязина М.С., Варако Н.А.*  
Эффективность психологического блока комплексных реабилитационных и профилактических программ
- 124 *Медведева Т.И., Ениколопов С.Н., Воронцова О.Ю., Казьмина О.Ю.*  
Гендерные различия в принятии моральных решений
- 134 *Масленкова О.И., Тюменева Ю.А., Мовчан Е.В.*  
Разработка и эмпирическая проверка теоретической модели продуктивной аналогии
- 145 *Широбоков И.Г.*  
Проблемность контрольной группы в дерматоглифике
- История психологии
- 156 *Иванников В.А.*  
Особенности представлений о личности в советской психологии
- 167 Коротко о книгах
- 169 К юбилею А.Б. Леоновой
- 171 Календарь конференций
- 172 Резюме на английском языке



## РАЗРАБОТКА И ЭМПИРИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОДУКТИВНОЙ АНАЛОГИИ

О.И. МАСЛЕНКОВА<sup>1</sup>, Ю.А. ТЮМЕНЕВА<sup>1</sup>, Е.В. МОВЧАН<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва*

<sup>2</sup> *Российский государственный гуманитарный университет, Москва*

Разрабатывается и эмпирически проверяется теоретическая модель продуктивной аналогии, которая лучше соответствует процессам создания новых научных и технических идей, чем широко распространенная модель мышления по аналогии. Предполагается, что структура продуктивной аналогии включает (1) кодирование актуальной задачи: ее ключевых элементов и отношений между ними, (2) сканирование фоновой информации или долговременной памяти в поисках ситуаций или задач или их элементов, аналогичных таковым в текущей задаче, (3) сопоставление найденных аналогов с текущей задачей с целью подбора наиболее подходящего, (4) решение и оценку. Показывается, что мышление по аналогии, которое измеряется классическими четырехкомпонентными задачами ( $a : b :: c : d$ ), хотя и включает процессы сопоставления аналогий, не может репрезентировать реальный процесс поиска решения из-за наличия вариантов ответа, блокирующих сканирование фоновой информации, и влияет на кодирование исходных отношений. Обосновывается необходимость учитывать в числе процессов, вовлеченных в создание продуктивной аналогии, кодирование структуры задачи и сканирование фоновой информации. Эксперимент проводился на выборке студентов ( $n = 98$ ). Проверялись три регрессионные модели: 1) только с традиционно измеряемым сопоставлением аналогов; 2) со сканированием фоновой информации; 3) с кодированием структуры задачи. Показано, что учет в модели продуктивной аналогии процессов сканирования и кодирования задачи приводил к значимому росту в доле объясненной дисперсии в успешности генерации продуктивной аналогии. Показано также, что рост объяснительной способности этой модели не связан просто с добавлением в нее новых когнитивных измерений. Дополнительно обнаружено, что семантически далекие продуктивные аналогии генерировались чаще, чем близкие, но среди правильных аналогий близких было больше, чем далеких. Результаты подтверждают валидность теоретической модели продуктивной аналогии, но поднимают и вопросы, связанные с дальнейшим улучшением этой модели, прежде всего за счет включения в нее процессов переструктурирования исходной задачи.

**Ключевые слова:** продуктивная аналогия, решение задач, мышление по аналогии.

### СОСТАВ ПРОДУКТИВНОЙ АНАЛОГИИ

По интерпретации многих исследователей, часто в основе научных открытий лежит аналогия (Holyoak, Thagard, 1996; Hofstadter, Sander, 2013; Chan, Paletz, Schunn, 2012; Moreno et al., 2014). Наверное, среди таких историй наиболее известны изобретение радара А. Уилкинсом, лампы накаливания – Т. Эдисоном, периодической таблицы химических элементов – Д.И. Менделеевым, двойной спирали

ДНК – Дж. Уотсоном и Ф. Криком. Аналогию, приводящую к новому знанию, новому способу решения или изобретению, мы будем далее называть продуктивной аналогией (ПА).

При общем признании важности ПА до сих пор не предложено ее теоретической модели или хотя бы обоснованного компонентного состава. Единственная на сегодняшний день модель решения задачи по аналогии предлагается структурно-сопоставительной теорией (Gentner, Smith,



2012). В соответствии с ней решение задачи по аналогии включает следующие компоненты:

- 1) извлечение структурного аналога к текущей задаче из долгосрочной памяти,
- 2) сопоставление структурных элементов аналога и текущей задачи,
- 3) выполнение решения текущей задачи аналогичным способом.

Здесь следует упомянуть, что обсуждаемая модель структурно-сопоставительной теории хорошо объясняет процессы переноса (трансфера), которому было посвящено огромное количество исследований по решению задач. В узком смысле под переносом понимается способность использовать изученный способ решения в какой-то новой задаче. Классические эксперименты по переносу показали, что он редко возникает спонтанно, если новая задача внешне отличается от учебной. Вероятность переноса улучшается, если новая и старая задачи похожи внешне или семантически, если есть подсказка или если при изучении первой задачи использовались специальные приемы (например, сравнение аналогичных задач). Структурно-сопоставительная теория объясняет эти феномены тем, что для переноса необходимо абстрагировать структуру задачи от внешних ее характеристик. Поскольку абстрагирование требует больших когнитивных ресурсов, энергетически и даже эволюционно более оправданно определять сходство, прежде всего, по внешним признакам, тем более что они обычно означают и сходство структурное (Falkenhainer, Forbus, Gentner, 1989). Заинтересованного читателя мы отсылаем к серьезным обзорам работ по переносу на английском (Barnett, Ceci, 2002) и русском языках (Спиридонов, Логинов, 2017).

В последнее десятилетие перенос, по крайней мере в его лабораторно-экспериментальной трактовке, признается во многом искусственным понятием, а затруднения с семантически далеким пе-

реносом — артефактом специфического экспериментального дизайна. Указывается на нерепрезентативность процессов, участвующих в переносе в экспериментальных условиях, по отношению к процессам решения аналогичных задач в учебной, профессиональной или обыденной жизни (см., например, специальный выпуск журнала «Educational Psychologist» (2012. V. 47 N 3)).

Для понимания процессов генерации ПА данные по переносу не вполне релевантны, хотя аналогия лежит в основе переноса. Дело в том, что для того, чтобы перенос считался состоявшимся, типично используется только один ожидаемый к применению аналог (способ решения), предварительно изученный в контролируемых условиях. В реальных условиях решения задачи не существует единственного верного аналога — более или менее аналогичные задачи могут рекрутироваться и из эпизодической, и из семантической памяти, и из текущей ситуации. Заранее не известно и не важно, какой из них будет использован для решения (Vallee-Tourangeau, Anthony, Austin, 1998; Walker, Kintsch, 1985), — исследования генерации аналогий для решения задачи именно и отличают это от исследований переноса решения на новую задачу. Поэтому, не умаляя многих достоинств исследований по переносу и их значения для вскрытия механизмов человеческой памяти, в нашей работе мы не будем обращаться к ним.

На наш взгляд, модель, предлагаемая в рамках структурно-сопоставительной теории, не может покрыть важные компоненты ПА потому, что эта модель в принципе не учитывает работу с репрезентацией текущей задачи. На этапе репрезентации происходит структурирование задачи, т.е. выделение ее ключевых элементов и их отношений. В соответствии с тем, как была интерпретирована и понята задача, ее элементы наделяются функциональным значением. Состоявшаяся кодировка будет определять весь дальнейший процесс



решения: в каких областях семантической сети будет происходить поиск и по каким параметрам. При неточном или периферическом кодировании, например, когда ключевые отношения в задаче не схвачены кодировкой, проведенная аналогия не даст удовлетворительного решения текущей задачи, как бы хорошо потом аналог для ее решения ни извлекался из памяти, сопоставлялся и применялся.

Помимо корректного кодирования текущей задачи, для генерации ПА важно сканирование связанных с текущей задачей воспоминаний и информации, доступной в режиме реального времени. Предполагается, что отбор аналогов из памяти происходит в два этапа. Сначала на основе семантического сходства с текущей задачей определяется круг более или менее подходящих задач-аналогов, и затем предварительно отобранные «кандидаты в аналоги» повторно оцениваются на более глубокое, структурное, сходство. Такая логика положена в основу распространенных вычислительных моделей, например, структурно-сопоставительного механизма (structure-mapping engine, SME) (Falkenhainer, Forbus, Gentner, 1989) или обучения и умозаключений через схемы и аналогии (learning and inference with schemas and analogies, LISA) (Hummel, Holyoak, 1997), надежно симулирующих аналогии, построенные людьми в лабораториях. Следовательно, сканирование и предварительный отбор аналогов, пропущенные в классической модели мышления по аналогии, должны быть включены в модель ПА.

Таким образом, структура ПА предположительно должна включать такие компоненты:

- 1) кодирование актуальной задачи: ее ключевых элементов и отношений между ними;
- 2) сканирование фоновой информации или долговременной памяти в поисках ситуаций, задач или их элементов, аналогичных таковым в текущей задаче, причем

как тематически далеких, так и близких к решаемой задаче;

3) целенаправленное сопоставление найденных аналогов с текущей задачей в целях подбора наиболее подходящего;

4) решение и оценка итога.

Для эмпирической проверки этой модели нам нужно убедиться, что выполнение перечисленных компонентов объясняет успешность генерации ПА.

### ГЕНЕРАЦИЯ ПРОДУКТИВНЫХ АНАЛОГИЙ

За основу задания, запускающего процесс создания ПА, могут быть взяты так называемые четырехкомпонентные задачи, используемые в стандартных процедурах оценки «мышления по аналогии». Форма этих заданий имеет вид утверждений или компонентов типа « $a : b :: c : ?$ ». Необходимо выбрать из предложенных на роль компонента « $d$ » вариантов тот, который относится к « $c$ », как « $b$ » относится к « $a$ ». Например, «нос : запах :: язык : ?».

Предполагается, что решение такого типа задачи вовлекает следующие мыслительные процессы: 1) кодирование (encoding) – определение того, как связаны « $a$ » и « $b$ »; 2) сопоставление (mapping) – нахождение соответствий между данной полной парой понятий « $a$ » и « $b$ », с одной стороны, и « $c$ » и предложенных кандидатов на роль « $d$ » – с другой; 3) выбор ответа – проверка релевантности выбранной аналогии « $c : d$ » (Evans, Archer, 1968; Sternberg, 1977).

Однако этот тип задачи перестает быть достаточным, когда речь идет об измерении генерации ПА, прежде всего из-за наличия списка вариантов ответа. Во-первых, он блокирует сканирование фоновой информации – при наличии готового списка вариантов аналога обращение к памяти не требуется. После кодирования отношений в исходной паре понятий вместо сканирования начинается процесс последовательного сопоставления пар понятий из тех, что представлены вниманию субъекта. Однако,



как было показано выше, суть построения ПА – в сканировании потока плохо структурированной фоновой информации, т.е. воспоминаний или текущих событий, и обнаружение в них паттернов, сходных с закодированной задачей. Только когда потенциальный аналог уже обнаружен, начинается сопоставление.

Вторая проблема со списком вариантов ответа в том, что они могут влиять на кодировку исходных отношений, поскольку сами варианты выступают уточняющим контекстом для суждения о сходстве связи в исходной паре слов, влиять на интерпретацию, т.е. кодировку исходной пары, и на подбор (Spellman, Holyoak, 1996; Barsalou, 1987; Tversky, 1977). Кроме того, формат заданий в тестах с выбором ответа и с конструируемым ответом также влияет на вовлекаемые когнитивные процессы, что было задокументировано (Liou, Vulut, 2017; Sangwin, Jones, 2016), так что можно подозревать, что процессы кодирования исходных отношений будут идти по разным путям в ситуации выбора аналогий из предложенных и в ситуации, где нужно аналогии генерировать.

Гораздо ближе к модели ПА модификация четырехкомпонентного типа задач – открытые задачи на завершение аналога (Bunge et al., 2005). В них вместо выбора компонента *d* нужно его придумать (например, *кожа : седло :: золото : \_\_\_\_\_*). Очевидно, что для этого требуется активизировать и сканировать фоновую информацию, чтобы закончить аналогию (здесь: из кожи *сделано* седло :: из золота *сделано* ЧТО?). Как отмечается, такой подход действительно лучше моделирует реляционные рассуждения, проходящие в естественных условиях (Blanchette, Dunbar, 2000; Dunbar, 2001; Dunbar, Blanchette, 2001; Kolodner, 1997).

Однако для более точного моделирования реального процесса ПА лучше использовать задачи на генерацию полной аналогии, когда нужно придумать понятия,

связанные отношениями, аналогичными исходной паре понятий. Действительно, при реальном решении задачи по аналогии ни один компонент искомого аналога не задается – в фоновой информации должен быть обнаружен полный аналогичный паттерн. Разница заключается не только в количественном возрастании нагрузки на рабочую память – один или два компонента искать. В отличие от завершения аналогии, где диапазон правильных ответов определяется заданной частью аналогии, генерация полной аналогии не подразумевает четкого диапазона.

Генерация полной аналогии позволяет, с одной стороны, сканировать весь объем ассоциативной сети, связанный с задачей, что приводит к большей вариабельности решений, а с другой – более строго кодировать ключевые отношения в задаче (например, направления связи между ее компонентами), что помогает избежать предварительного отбора большого числа нерелевантных аналогий. Действительно, в современных исследованиях, в том числе с использованием методов нейровизуализации, была показана связь доступа к далеким ассоциациям, селективным воспоминаниям и уровнем беглости в дивергентном мышлении (основной мерой креативности) (Gómez-Ariza et al., 2017; Benedek et al., 2014).

Для оценки работоспособности нашей модели продуктивной аналогии мы планируем оценить вклад каждого ее компонента в итоговую успешность генерации ПА; для этого нужно точно понимать, как будет измеряться каждый компонент в модели: кодирование, сканирование, сопоставление и выбор аналога.

#### ОЦЕНКА КОМПОНЕНТОВ ГЕНЕРАЦИИ ПРОДУКТИВНОЙ АНАЛОГИИ

##### Кодирование.

Для оценки правильности кодирования исходных семантических отношений



можно использовать эксплицитное кодирование, когда участник исследования коротко описывает, как связаны понятия в исходной паре. Учитывая, что эксплицитное кодирование может само по себе влиять на дальнейшую генерацию аналогий, дизайн исследования должен позволять контролировать этот эффект.

#### *Сканирование фоновой информации.*

Ближайшим к сканированию измеряемым конструктом представляется беглость в генерации аналогий, так как под беглостью как раз и понимается генерация многообразных идей в ответ на открытый вопрос. Поэтому мы планируем измерять сканирование фоновой информации при ПА как беглость при дивергентном мышлении, т.е. количеством сгенерированных аналогий.

#### *Сопоставление и выбор аналога.*

Для оценки сопоставления аналогов и выбора правильного аналога могут быть использованы классические четырехкомпонентные задачи. Как было показано, при наличии вариантов выбора пар слов как раз процессы сопоставления и принятия решения будут основными факторами правильного выполнения.

*Цель эмпирической части работы* – проверить модель ПА, а именно то, что правильное кодирование и сканирование в генерации аналогий улучшают объяснение успешности в ПА сверх того, что может объяснить только мышление по аналогии, измеряемое четырехкомпонентными задачами.

У нас была также альтернативная гипотеза, связанная с тем, что учет других когнитивных способностей также улучшит объяснение успешности в ПА в силу общего фактора интеллекта. Тогда роль сканирования фоновой информации и кодирования может быть не уникальна в предложенной модели. Для отклонения этой гипотезы мы использовали задания на невербальное рассуждение и также оценивали их объяснительную способность в отношении ПА.

Дополнительная гипотеза касается связи семантической дистанции и успешности в ПА. Для генерации идей и аналогий традиционно важным считается вопрос о семантической дистанции между идеями или между аналогиями. Более того, именно оригинальность идеи, т.е. ее семантическая оторванность от исходного стимула, является вторым параметром, помимо беглости, в оценке дивергентного мышления и, шире, креативности: чем неожиданнее связь между областью задач и областью решения, тем более «креативной» считается идея (Runco, Jaeger, 2012).

Способность людей проводить семантически далекие аналогии ограничена семантической организацией памяти: аналогии, ограниченные одной областью, т.е. близкие, проводятся легче, чем аналогии между разными областями, т.е. дальние. Это было показано, прежде всего, для решения задач, хотя для генерации аналогий было установлено, что люди одинаково легко могут генерировать как близкие, так и далекие аналогии, что дистанция зависит от цели человека и может произвольно варьироваться (Dunbar, Blanchette, 2001; Dunbar, 2001). Однако не было исследований, которые бы оценивали правильность сгенерированных далеких и близких аналогий. Мы предполагаем, что общее правило семантической связанности действует и для генерации аналогий в том смысле, что шансы оказаться неправильной растут с ростом семантической дистанции аналогии. В этом смысле, может быть, трудно не столько сгенерировать далекую аналогию, сколько сделать это правильно; поэтому в нашей работе данная гипотеза также будет проверяться.

## МЕТОД

### **Выборка**

Участниками исследования в общей сложности стали 98 человек, студенты первых курсов вузов Москвы в возрасте



от 18 до 22 лет ( $M = 19$ ,  $SD = 1$ ), среди них 84 девушки (85%). Смещенность выборки по полу связана с тем, что большинство участников обучались на педагогических специальностях.

### Переменные и инструмент

Стимульный материал был представлен в виде буклета, состоящего из последовательности разных заданий: на создание ПА, кодирование отношений между понятиями, мышление по аналогии, дивергентное мышление и невербальное рассуждение.

Для измерения *продуктивной аналогии (ПА)* использовались пары понятий (всего четыре), к каждой из которых нужно было придумать как можно больше других пар понятий, находящихся в таких же отношениях, как и исходная. В инструкции разъяснялось значение терминов «аналогия», «далекая» и «близкая» аналогия. Подчеркивалось, что придуманные аналогии должны быть по возможности «далекими».

Созданные ПА оценивались по трем параметрам:

1) *беглость ПА* — общее количество созданных аналогий испытуемым на все пары слов. В качестве независимой меры беглости будет использован тест необычного использования предметов (Torrance, 1972) (см. ниже);

2) *успешность ПА* — количество созданных испытуемым верных аналогий. Проверка верности аналогий проводилась двумя экспертами независимо. В качестве ключа принимались определенные отношения в паре (табл. 1). Если в созданной

аналогии понятия были связаны этими же отношениями, то ей присваивался один балл;

3) *семантическое расстояние*, которое рассчитывалась как среднее семантическое расстояние всех аналогий, созданных одним участником. Использовалась векторная модель, согласно которой каждому слову в зависимости от его употребления в заданном массиве лингвистических данных присваивается контекстный вектор. Семантическое расстояние вычисляется как косинусная близость между векторами двух слов. Переменная могла принимать значение от нуля до единицы, где 0 означает, что у этих слов нет похожих контекстов и их значения не связаны друг с другом. Значение 1, напротив, свидетельствует о полной идентичности их контекстов и, следовательно, о близком значении (Green et al., 2009; Sidorov et al., 2014).

Использовался сервис <http://rusvectors.org> (Kutuzov, Kuzmenko, 2017) с массивом данных Национального корпуса русского языка. Так как данный сервис позволял рассчитывать дистанцию только между двумя отдельными словами, мы использовали среднее значение расстояния между первыми понятиями в придуманной и исходной паре и между вторыми словами в парах. Например, для оценки семантического расстояния между парами «нос : запах» и «антенна : сигнал» сначала рассчитывалось расстояние между «нос» и «антенна», затем между «запах» и «сигнал», после чего вычислялось среднее между этими двумя значениями.

Таблица 1

### Отношение понятий в каждой паре

Пара понятий	Тип отношений между понятиями
сладкое : кариес	Первое способствует появлению второго
ластик : карандаш	Первое отменяет результат действия второго
память : амнезия	Второе обозначает отсутствие первого, а первое — второго
водород : вода	Первое является необходимым элементом, частью второго



Для измерения *правильности кодирования* отношений в заданной паре понятий участников просили, чтобы до того, как они сгенерируют собственные ПА, они записали, как, на их взгляд, связаны слова в предъявленной паре. Проверка верности кодирования проводилась двумя экспертами независимо друг от друга. Согласие экспертов составило 87%; спорные случаи оценивались после обсуждения. В качестве ключа использовались определенные отношения в паре (см. табл. 1). По каждой паре для каждого участника подсчитывалось количество верно закодированных отношений (присваивался один балл за верную кодировку) и затем рассчитывалась сумма набранных баллов.

Такое эксплицитное кодирование могло иметь самостоятельный эффект для дальнейшей генерации аналогий. Чтобы проконтролировать этот эффект, мы предлагали эксплицитную кодировку только для части участников ( $N = 52$ ), сравнив выполнение дальнейших заданий этой группой с теми, кто не кодировал эксплицитно.

*Мышление по аналогии* измерялось набором четырехкомпонентных заданий. Из-за недоступности русскоязычного инструмента с опубликованными и удовлетворительными психометрическими показателями задания были набраны из тренировочных заданий к сдаче MAT, Miller Analogies Test (mheducation.com). Исключались слова, значения которых в переводе на русский были двусмысленными.

Первоначально было отобрано 28 четырехкомпонентных задач. В 19 из них требовалось выбрать одно понятие из пяти, чтобы завершить готовую аналогию, например, луг : ? = скальпель : разрез (варианты ответа: а) почва; б) поляна; в) борозда; г) земля; д) сельское хозяйство). В девяти заданиях требовалось выбрать полную аналогию из пяти вариантов, например, тигр : свирепый = ? (варианты: а) олень : боязливый; б) корова : моло-

ко; в) гордый : лев; г) собака : питомец; д) мул : покорный).

Внутренняя согласованность (альфа Кронбаха) оказалась довольно низкой и составила 0,64. После удаления трех заданий с нулевыми и отрицательными показателями дискриминативности альфа выросла до 0,72, SEM = 2,25. Эти три задания в дальнейшем анализе не использовались, поэтому возможный показатель по шкале мышления по аналогии варьировал от 0 до 25.

*Невербальное рассуждение.* Использовались 25 невербальных задач на продолжение графической последовательности (Technical manual: Abstract reasoning test, 2006). Поскольку это были невербальные задачи, они не требовали перевода. Переменная рассчитывалась как сумма баллов за каждую решенную задачу, где решение одной задачи оценивается в один балл. Альфа Кронбаха всех 25 заданий составила 0,7 при SEM = 1,95. Все 25 заданий продемонстрировали оптимальные показатели трудности и дискриминативности.

*Беглость дивергентного мышления.* Оценивалось выполнение трех заданий, где нужно было предложить максимальное количество вариантов необычного использования «кирпича», «воздушного шара» и «булавки». Беглость рассчитывалась как сумма всех записанных способов использования трех предметов. Переменная служила независимой оценкой беглости, так как в литературе отсутствуют данные о связи генерации полных аналогий с беглостью. Из-за ее сугубо технической цели нам достаточно было небольшой подгруппы участников (составила 14 человек), на которой мы могли бы показать значимую корреляцию между беглостью в ПА и беглостью в дивергентном мышлении. Это позволило существенно сократить общее время исследования. Результаты свидетельствовали, что беглость в ПА действительно была сильно и положительно связана с беглостью в ДМ:  $r = 0,70$ ,  $p \leq 0,01$ . Таким образом, беглость в ПА могла ин-



терпретироваться как характеристика сканирования фоновой информации.

### ПРОЦЕДУРА

Участники выполняли задания в небольших группах. Они получали бумажный буклет со всеми заданиями, описанными выше. Для выполнения каждого типа заданий давалось 20 мин, после чего экспериментатор давал сигнал перейти к следующему типу заданий в буклете. Фактически, абсолютное большинство участников тратили на каждый тип заданий по 15–17 мин.

При выполнении заданий на беглость в дивергентном мышлении слова-стимулы последовательно зачитывал экспериментатор, отпуская по три минуты после каждого слова-стимула для записи ответов.

В конце исследования собиралась информация о возрасте и половой принадлежности участников.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

#### Описательная статистика

Совокупно на четыре пары понятий каждый участник создал в среднем 18 аналогий ( $SD = 6$ ) (*беглость ПА*), успешными из них в среднем были 7 ( $SD = 4$ ) (*успешность ПА*). Семантическая дистанция составила 0,29 ( $SD = 0,13$ ), что говорит о том, что аналогии были скорее далекими, чем близкими.

*Кодирование реляционной структуры* (в группе с эксплицитным кодированием)

было правильным в среднем в 2,4 задачи из четырех ( $SD = 1,2$ ). Эффект эксплицитной кодировки проверялся с помощью статистики хи-квадрат. Ни на успешность ПА, ни на семантическое расстояние созданных аналогий эксплицитная кодировка не оказала влияния:  $\chi^2(3, N = 96) = 1,95$ ;  $p \leq 0,05$ , и  $\chi^2(4, N = 96) = 8,56$ ;  $p \leq 0,05$  соответственно.

Показатель по шкале мышление по аналогии мог принимать значения от 0 до 25. Средним по выборке было 15,  $SD = 4$ .

Средняя успешность в невербальном рассуждении составила 10,4,  $SD = 3,63$ .

Интеркорреляции между всеми переменными показаны в табл. 2. Заметим, что невербальное рассуждение – единственная переменная, не имеющая значимой связи ни с какими другими, представляющими для нас интерес.

*Семантическое расстояние* оценивалось для всех пар слов вне зависимости от их верности ( $N = 1787$ ). Средняя дистанция составила 0,27 ( $SD = 0,11$ ) и была скошена влево (скошенность 1,12, крутизна 1,99). Однако, как показал тест Вилкоксона для зависимых выборок, средняя семантическая дистанция верных аналогий ( $M = 0,30$ ,  $SD = 0,08$ ) была значимо меньше, чем неверных ( $M = 0,26$ ,  $SD = 0,06$ ),  $Z = 4,21$ ;  $p < 0,001$ .

#### Процессы, объясняющие успешность ПА

Для проверки гипотезы о том, что учет сканирования фоновой информации и ко-

Таблица 2

#### Интеркорреляции между переменными

Переменные	1	2	3	4	5
1. Беглость (ПА)	–				
2. Успешность (ПА)	0,50**	–			
3. Кодирование реляционной структуры	0,24	0,50**	–		
4. Мышление по аналогии	0,17	0,40**	0,40**	–	
5. Невербальное рассуждение	–0,04	–0,17	–0,27	–0,02	–

*Примечание.* \*\* – коэффициент значим на уровне  $p \leq 0,01$ .



Таблица 3

## Вклад различных компонентов в успешность генерации ПА

Компоненты	Модель 1			Модель 2			Модель 3		
	B	SE B	$\beta$	B	SE B	$\beta$	B	SE B	$\beta$
Мышление по аналогии	0,42	0,10	0,40**	0,34	0,09	0,32**	0,30	0,10	0,32*
Сканирование фоновой информации (беглость ПА)				0,30	0,06	0,44**	0,35	0,08	0,45**
Кодирование реляционной структуры							0,87	0,36	0,26*
N	97			97			52		
R <sup>2</sup>	0,16			0,35			0,53		
R <sup>2</sup> скорр.	0,15			0,33			0,50		
F	17,86			25,10			18,17		

*Примечание.* Коэффициент значим на уровне: \*\* –  $p \leq 0,01$ ; \* –  $p \leq 0,05$ .

дирования задачи значимо улучшает объяснение успешности в генерации ПА сверх того, что может объяснить мышление по аналогии, был проведен множественный регрессионный анализ (табл. 3).

Из табл. 3 видно, что мышление по аналогии самостоятельно объясняет только 15% дисперсии успешности ПА (модель 1), тогда как включение в модель (модель 2) беглости ПА увеличивает процент объясненной дисперсии до 33. Это увеличение значимо:  $R^2 = 0,19$  (модель 1 – модель 2);  $F(1, 95) = 27,41$ ;  $p \leq 0,001$ . С включением в анализ кодирования (модель 3) процент объясненной дисперсии достигает 50.

Мы не строили модели с невербальным рассуждением из-за отсутствия значимой корреляции его с ПА, а также с какой-либо другой переменной (см. табл. 2).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Цель данной работы заключалась в том, чтобы проверить теоретическую модель продуктивной аналогии. Мы хотели показать, что правильное кодирование и сканирование фоновой информации улучшают объяснение успешности в ПА по сравнению с тем, что объясняет мышление по аналогии, измеренное с помощью четырехкомпонентных задач. Результаты

показали, что мышление по аналогии действительно объясняет только незначительную долю успешности в продуктивных аналогиях, тогда как учет процессов кодирования реляционной структуры задачи и сканирования фоновой информации объясняет около половины всей дисперсии результатов.

Мы показали также, что семантическое расстояние в созданных аналогиях свидетельствовало в пользу более далеких, чем более близких аналогий. Это согласуется с результатами работ, выполненных в «натуралистической» традиции, где от участников требовалось генерировать аналогии для объяснения или убеждения, а не для решения задачи по аналогии (Blanchette, Dunbar, 2000; Christensen, Schunn, 2007). Сильный рост доли далеких аналогий при генерации аналогий по сравнению с решением задач по аналогии вызвал в свое время несколько критических исследований, показавших, что участники могут специально включать в самоотчеты больше далеких аналогий, тогда как по-прежнему чаще генерируют они близкие аналогии (Trench, Olguín, Minervino, 2016). Наши результаты подчеркивают существующее расхождение с точки зрения правильности сгенерированных аналогий: при общей тенденции к далеким аналогиям верные



анalogии были значимо более близкими, чем неверные.

Однако для творческого мышления, связанного с продуктивными аналогиями, важность семантической дистанции может переоцениваться. Как показывают детальные исследования случаев реальных открытий в науке и технике, критически важные аналогии базируются на экспертных знаниях в той же самой или близкой области деятельности (для обзора см.: Weisberg, 2015). Более того, именно глубокие знания в близких областях обычно как раз и выступают источником полезных аналогий (Chan, Schunn, 2015; Blanchette, Dunbar, 2000).

Мы проверили также альтернативную гипотезу о возможном вкладе общего интеллекта в рост объяснительной силы модели, который может вызываться просто фактом включения дополнительных когнитивных измерений в модель. Мы отклонили эту гипотезу на том основании, что другие параметры мышления, в данном случае невербальное рассуждение, не улучшают объяснение успешности в создании продуктивных аналогий. Таким образом, теоретически определенные нами компоненты модели вносят уникальный вклад в генерацию продуктивных аналогий и не смешиваются с общим интеллектом.

Полученные результаты оставляют несколько вопросов, на которые мы не смогли ответить в рамках этого исследования. Во-первых, работа с репрезентацией задачи не ограничивается одномоментным кодированием, но вовлекает еще переструктурирование репрезентации, если предыдущая не приводит к удовлетворительному решению. Данные исследований креативности, инкубации, инсайта полностью согласуются между собой по этому вопросу (Gilhooly et al., 2007; Ash, Wiley, 2006; Cunningham et al., 2009). Что именно включает в себя переструктурирование: визуализацию объектов задачи, вспоминание контекстов их использования, мысленное разделение объекта на

части, абстрагирование отдельных их особенностей, исследование всех возможных аспектов задачи, переформулировку цели и видоизменение задачи, — в данном случае не важно. Предложенная модель продуктивной аналогии пока никак не учитывает переструктурирование исходной задачи, сосредоточиваясь главным образом на извлечении вариантов аналогов и на оценке их структуры. Очевидно, что для моделирования полного процесса создания продуктивной аналогии переструктурирование задачи должно быть включено в дизайн заданий, и можно ожидать, что учет работы со структурой задачи улучшит объяснительные возможности модели.

1. Спиридонов В.Ф., Логинов Н.И. Феномен переноса в решении мыслительных задач // Избранные разделы психологии научения / Под ред. В.Ф. Спиридонова. М.: Дело, 2017. С. 277–303.
2. Anthony F.V. Strategies for generating multiple instances of common and ad hoc categories // *Memory*. 1998. V. 6 (5) P. 555–592.
3. Ash I.K., Wiley J. The nature of restructuring in insight: An individual-differences approach // *Psychonomic Bull. & Rev.* 2006. V. 13 (1). P. 66–73.
4. Barnett S.M., Ceci S.J. When and where do we apply what we learn?: A taxonomy for far transfer // *Psychol. Bull.* 2002. V. 128 (4) P. 612–637.
5. Barsalou L.W. The instability of graded structure: Implications for the nature of concepts // Neisser U. (ed.). *Emory symposia in cognition. 1. Concepts and conceptual development: Ecological and intellectual factors in categorization*. N.Y.: Cambridge Univ. Press., 1987. P. 101–140.
6. Benedek M. et al. To create or to recall? Neural mechanisms underlying the generation of creative new ideas / Benedek M., Jau E., Fin A., Koschutni K., Reishofer G., Ebner F., Neubauer A.C. // *NeuroImage*. 2014. V. 88. P. 125–133.
7. Blanchette I., Dunbar K. How analogies are generated: The roles of structural and superficial similarity // *Memory & Cognition*. 2000. V. 28 (1) P. 108–124.
8. Bunge S.A. et al. Analogical reasoning and prefrontal cortex: Evidence for separable retrieval and integration mechanisms / Bunge S.A., Wendelken C., Badre D., Wagner A.D. // *Cerebral Cortex*. 2005. V. 15 (3). P. 239–249.
9. Chan J., Paletz S.B., Schunn C.D. Analogy as a strategy for supporting complex problem solving under uncertainty // *Memory & Cognition*. 2012. V. 40 (8). P. 1352–1365.



10. Chan J., Schunn C.D. The impact of analogies on creative concept generation: Lessons from an In Vivo Study in engineering design // *Cognitive Science*. 2015. V. 39 (1). P. 126–155.
11. Christensen B.T., Schunn C.D. The relationship of analogical distance to analogical function and pre-inventive structure: The case of engineering design // *Memory & Cognition*. 2007. V. 35. P. 29–38.
12. Cunningham J.B. et al. Categories of insight and their correlates: An exploration of relationships among classic-type insight problems, rebus puzzles, remote associates and esoteric analogies / Cunningham J.B., Macgregor J.N., Gibb J., Haar J. // *J. of Creative Behavior*. 2009. V. 43 (4). P. 262–280.
13. Dunbar K. The analogical paradox: Why analogy is so easy in naturalistic settings yet so difficult in the psychological laboratory // Gentner D., Holyoak K.J., Kokinov B.N. (eds). *The analogical mind: Perspectives from cognitive science*. Cambridge, MA: The MIT Press, 2001. P. 313–334.
14. Dunbar K., Blanchette I. The in vivo/in vitro approach to cognition: The case of analogy // *Trends in Cogn. Sci.* 2001. V. 5 (8). P. 334–339.
15. Evans J.L., Archer S.H. Diversification and the reduction of dispersion: An empirical analysis // *The J. Finance*. 1968. V. 23 (5). P. 761.
16. Falkenhainer B., Forbus K.D., Gentner D. The structure-mapping engine: Algorithm and examples // *Artificial Intelligence*. 1989. V. 41 (1). P. 1–63.
17. Gentner D., Smith L.A. Analogical reasoning // *Encyclopedia of human behavior*. Oxford, UK: Elsevier, 2012. V. 1. P. 130–136.
18. Gilhooly K.J. et al. Divergent thinking: Strategies and executive involvement in generating novel uses for familiar objects / Gilhooly K.J., Fioratou E., Anthony S.H., Wynn V. // *Brit. J. Psychol.* 2007. V. 98 (4). P. 611–625.
19. Gómez-Ariza C.J. et al. Memory inhibition as a critical factor preventing creative problem solving / Gómez-Ariza C.J., del Prete F., del Val L.P., Valle T., Bajo M.T., Fernandez A. // *J. Exp. Psychol.: Learning Memory and Cognit.* 2017. V. 43 (6). P. 986–996.
20. Green A.E. et al. Connecting long distance: Semantic distance in analogical reasoning modulates frontopolar cortex activity / Green A.E., Kraemer D.J., Fugelsang J.A., Gray J.R., Dunbar K.N. // *Cerebral Cortex*. 2009. V. 20 (1). P. 70–76.
21. Hofstadter D.R., Sander E. *Surfaces and essences: Analogy as the fuel and fire of thinking*. N.Y.: Basic Book, 2013.
22. Holyoak K.J., Thagard P. *Mental leaps: Analogy in creative thought*. Cambridge, MA: Bradford Book; MIT Press, 1996.
23. Hummel J.E., Holyoak K.J. Distributed representations of structure: A theory of analogical access and mapping // *Psychol. Rev.* 1997. V. 104 (3). P. 427.
24. Kolodner J.L. Educational implications of analogy: A view from case-based reasoning // *Am. Psychol.* 1997. V. 52 (1). P. 57–66.
25. Liou P., Bulut O. The effects of item format and cognitive domain on students' science performance in TIMSS 2011 // *Res. Sci. Educ.* 2017. V. 47. P. 1–23.
26. Moreno D.P. et al. Fundamental studies in Design-by-Analogy: A focus on domain-knowledge experts and applications to transactional design problems / Moreno D.P., Hernández A.A., Yang M.C., Otto K.N., Hölttä-Otto K., Linsey J.S., Linden A. // *Design Studies*. 2014. V. 35 (3). P. 232–272.
27. Runco M.A., Jaeger G.J. The standard definition of creativity // *Creativity Res. J.* 2012. V. 24 (1). P. 92–96.
28. Sangwin C.J., Jones I. Asymmetry in student achievement on multiple-choice and constructed-response items in reversible mathematics processes // *Educ. Studies in Math.* 2016. V. 94 (2). P. 205–222.
29. Sidorov G. et al. Soft similarity and soft cosine measure: Similarity of features in vector space model / Sidorov G., Gelbukh A., Gómez-Adorno H., Pinto D. // *Computación y Sistemas*. 2014. V. 18 (3). P. 491–504.
30. Spellman B.A., Holyoak K.J. Pragmatics in analogical mapping // *Cognit. Psychol.* 1996. V. 31 (3). P. 307–346.
31. Sternberg R.J. Component processes in analogical reasoning // *Psychol. Rev.* 1977. V. 84 (4). P. 353–378.
32. Technical manual: Abstract reasoning test. Clifton, UK: Psychometrics Ltd., 2006. P. 5–8.
33. Torrance E.P. Predictive validity of the Torrance Tests of Creative Thinking // *J. Creative Behav.* 1972. V. 6 (4). P. 236–262.
34. Trench M., Olguín V., Minervino R. Seek, and ye shall find: Differences between spontaneous and voluntary analogical retrieval // *Quart. J. Exp. Psychol.* 2016. V. 69 (4). P. 698–712.
35. Tversky A. Features of similarity // *Psychol. Rev.* 1977. V. 84 (4). P. 327–352.
36. Walker W., Kintsch W. Automatic and strategic aspects of knowledge retrieval // *Cognit. Sci.* 1985. V. 9 (2). P. 261–283.
37. Weisberg R.W. Toward an integrated theory of insight in problem solving // *Thinking & Reasoning*. 2015. V. 21 (1). P. 5–39.

#### References in Russian

1. Spiridonov V.F., Loginov N.I. Fenomen perenosa v reshenii myslitelnykh zadach [The phenomenon of transfer in the solution of mental problems] // *Izbrannye razdely psikhologii naucheniya* / Pod red. V.F. Spiridonova. M.: Delo, 2017. S. 277–303.