

УДК 159.9.072

DOI: 10.34670/AR.2022.85.81.009

Два подхода к оценке когнитивного ресурса: усложнение заданий vs усложнение проблемного поля

Воронин Анатолий Николаевич

Доктор психологических наук, профессор,
главный научный сотрудник,
Институт психологии Российской академии наук,
129366, Российская Федерация, Москва, ул. Ярославская, 13;
e-mail: voroninan@bk.ru

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-013-00495 «Эмпирическая верификация структурно-функциональной модели когнитивного ресурса».

Аннотация

В статье рассматриваются различные подходы к оценке когнитивного ресурса, понимаемого как «протоспособность» когнитивной сферы, как инфраструктура интеллекта в самом широком его понимании. Эмпирическая верификация когнитивного ресурса осуществлялась через процедуру оценки эффективности решения задач различной сложности на специально разработанной онлайн платформе, позволяющей модифицировать проблемное поле предъявляемых задач. Было реализовано два подхода к усложнению ситуации, требующей все большей нагрузки на когнитивный ресурс: усложнение проблемного поля задачи и усложнение самого задания. Целью исследования явилось сопоставление этих подходов к оценке когнитивного ресурса при эмпирической верификации когнитивного ресурса по его операциональным дескрипторам: показатели кратковременной памяти, время реакции выбора из множества вариантов и мерность когнитивного пространств. В ходе проведенного множественного регрессионного анализа показано, что обе модели когнитивного ресурса являются приемлемыми и имеют достаточную предсказательную силу, однако модель когнитивного ресурса, рассчитанная по продуктивности решения задач в обычных и «усложненных» условиях, имеет более высокие оценки. Наиболее значимыми предикторами когнитивного ресурса в обеих моделях оказались правильность реакции в тесте время реакции выбора, мерность когнитивного пространства и время подбора признаков понятий.

Для цитирования в научных исследованиях

Воронин А.Н. Два подхода к оценке когнитивного ресурса: усложнение заданий vs усложнение проблемного поля // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2022. Т. 11. № 3А. С. 102-107. DOI: 10.34670/AR.2022.85.81.009

Ключевые слова

Когнитивный ресурс, интеллект, сложность тестовых заданий, экспериментальная ситуация, познавательные способности.

Введение

Когнитивный ресурс определяется как количественная характеристика когнитивной системы, как мощность множества связанных когнитивных элементов, которое отвечает за активное создание многомерных моделей реальности в процессе решения задач разного уровня сложности [Дружинин, 2001]. Когнитивный ресурс обеспечивает порождение и поддержание в активном состоянии той части «субъективной реальности», которая представлена в ментальном плане в виде модели, отражающей проблемную ситуацию. Это предполагает симультанное «схватывание» некоторого множества элементов ситуации, удержание его в фокусе внимания и оперирование им для обеспечения индивидуальной продуктивности [Воронин, Горюнова, 2019]. Когнитивный ресурс имеет определенные емкостными и временные характеристики. Временные характеристики определяют время доступа к когнитивным элементам, а емкостные – определяют количество когнитивных элементов и меру их связности. В качестве наиболее общей характеристики когнитивного ресурса предложено рассматривать сложность когнитивной системы, проявляющейся в способности создавать многомерные модели реальности, выделяя в ней множество взаимосвязанных сторон. Сложность когнитивной системы обеспечивает приемлемый уровень правильности решения все более сложных задач в условиях информационной избыточности [Воронин, Горюнова, 2016]. Эмпирическое изучение когнитивного ресурса при таком его понимании предполагает исследование познавательных способностей во все более усложняющихся условиях. При этом усложняющие условия могут касаться самых различных аспектов ситуации решения задач. Способы усложнения условий проблемного поля задачи и самого задания проанализированы и представлены в ранее опубликованной статье [Воронин, Горюнова, 2021]. По сути, речь идет о моделировании ситуации проявления когнитивного ресурса, о ситуации как независимой переменной, определяющей величину когнитивной нагрузки и степень вовлеченности когнитивного ресурса в процесс решения задачи. Можно использовать как минимум два подхода к усложнению ситуации, требующей все большей нагрузки на когнитивный ресурс: усложнение проблемного поля задачи и усложнение самого задания. Целью данного исследования является сопоставление двух подходов к оценке когнитивного ресурса при эмпирической верификации когнитивного ресурса по его операциональным дескрипторам. Ранее в качестве таких дескрипторов когнитивного ресурса было предложено использовать показатели кратковременной памяти, время реакции выбора из множества вариантов и мерность когнитивного пространств [Воронин, Горюнова, 2016, Горюнова, Дружинин, 2001].

Процедура и методы исследования

Исследование проводилось с использованием ранее разработанной онлайн-платформой изучения когнитивного ресурса (Воронин, Горюнова, 2021), которая позволяет настраивать параметры предъявления «элементов проблемного поля» и «поля ответов» и проводить онлайн-обследование испытуемых с фиксацией времени выполнения отдельных действий и правильности решения. Демоверсия онлайн комплекса представлена на http://cr.solvent-game.ru/cgi-bin/cr_demo.html. Всего использовалось пять методик.

Для эмпирической верификации когнитивного ресурса по эффективности решения задач в усложняющихся условиях была сформирована батарея познавательных задач возрастающей сложности. Интеллектуальные задачи представляли собой отдельные пункты тестов SPM Равена, теста I-S-T 2000R Амтхауэра и теста Саймона – всего 30 пунктов. Задачи были

упорядочены по степени сложности и разделены на 2 параллельные серии. 1 серия предъявлялась обычным образом, 2 – серия предъявлялась с использованием различных эффектов, усложняющих ситуацию решения: простых, сложных и требующих активных действий для изменения визуализации проблемного поля. Задачи предъявлялись испытуемым рандомизированно в процессе онлайн тестирования.

Для оценки адекватности и полноты ментальных репрезентаций использовалась оригинальная методика «Описание признаков понятий». Испытуемым последовательно предъявлялось 21 понятие из субтеста «Словарный» теста Векслера (WAIS) и предлагалось описать эти понятия как можно большим числом признаков. Фиксировалось время выполнения и количество предложенных признаков.

Для описания размерности когнитивного пространства использовалась другая оригинальная методика «Сравнение бессмысленных слогов». Испытуемым предлагали оценить по 5 бальной шкале различия между 11 бессмысленными слогами, предъявляемыми попарно. Предъявлялась одна рандомизированная последовательность пар слогов для всех испытуемых. Полученная в ходе обследования матрица различий подвергалась факторному анализу и количество значимых факторов выступало в качестве основного показателя мерности когнитивного пространства.

Дополнительными дескрипторами когнитивного ресурса выступили показатели теста времени реакции выбора и объема кратковременной памяти.

Всего в исследовании приняло участие 208 человек. Однако часть протоколов была признана недействительными вследствие аномальных выбросов показателей времени выполнения отдельных тестов. Окончательный объем выборки составил 179 человек (98 мужчин и 81 женщина, средний возраст 19.89 лет).

Для статистических расчетов использовался пакет PASW Statistics 18. Конкретные статистики и критерии приведены при описании результатов исследования.

Результаты и обсуждение

На основе полученных данных было вычислено два показателя когнитивного ресурса. Первый показатель отражал уровень когнитивного ресурса при усложнении интеллектуальной задачи и рассчитывался как разница в средней продуктивности решения «простых» и «сложных» задач. Второй показатель отражал уровень когнитивного ресурса при усложнении проблемного поля задачи и рассчитывался как разница в средней продуктивности решения задач в обычных и «усложненных» условиях. Далее оба показателя рассматривались как зависимые переменные при проведении множественного регрессионного анализа методом Stepwise. В качестве независимых переменных при регрессионном анализе использовались следующие показатели: мерность когнитивного пространства, среднее количество признаков на 1 понятие, время подбора признаков, объем кратковременной памяти, объем кратковременной памяти без строгого соответствия месту расположения стимулов, среднее время реакции выбора и вероятность правильного выбора. Сводная таблица наиболее приемлемых моделей для сравниваемых показателей когнитивного ресурса приведена в табл.1

Коэффициент детерминации (скорректированный R^2) для модели когнитивного ресурса при усложнении проблемного поля больше 0.8, что говорит о ее приемлемости. Скорректированный R^2 модели, рассчитанный при усложнении интеллектуальной задачи несколько меньше, но тоже является вполне допустимым для такого типа данных. Сопоставление величины MSE моделей также говорит в пользу модели когнитивного ресурса, рассчитанной при усложнении проблемного поля. При этом показатель мультиколлинеарности (VIF) для всех предикторов

обоих моделей находится на приемлемом уровне в пределах от 1.05 до 4.68 и существенно ниже 10. Автокорреляция остатков обеих регрессионных моделей, оцененная с помощью теста Дарбина-Ватсона (Durbin-Watson) находится вблизи 2, что говорит об ее отсутствии. При этом наблюдается хорошее согласование гистограммы остатков с нормальным распределением у обеих моделей когнитивного ресурса. Обе модели когнитивного ресурса можно признать приемлемыми и имеющими достаточную предсказательную силу. Однако модель когнитивного ресурса, рассчитанная по продуктивности решения задач в обычных и «усложненных» условиях несколько лучше: используемые операционные дескрипторы, точнее предсказывают такой уровень когнитивного ресурса.

Таблица 1 - Регрессионные модели когнитивного ресурса, рассчитанные по «усложнению заданий» и по «усложнению проблемного поля»

Уровень КР, рассчитанный при усложнении интеллектуальной задачи		Уровень КР, рассчитанный при усложнении проблемного поля	
Скорректированный R2 =0, 771; MSE=0,74; VIF от 1,05 до 2,02; Durbin-Watson=1,73		Скорректированный R2 =0,818; MSE=0,59 VIF от 1,09 до 4,68; Durbin-Watson=1,940	
Предикторы	β	Предикторы	β
вероятность правильного выбора	0,946	вероятность правильного выбора	0,901
мерность когнитивного пространства	0,085	мерность когнитивного пространства	0,068
время подбора признаков	0,001	время подбора признаков	0,002
среднее время реакции выбора	0,001	объем кратковременной памяти без соответствия	0,393
объем кратковременной памяти без соответствия	0,084	объем кратковременной памяти строгого соответствия	0,279
		среднее время реакции выбора	0,001

Сопоставление предикторов моделей показывает, что первые три наиболее значимые предиктора в обеих моделях совпадают. Правильность реакции в тесте время реакции выбора является наиболее значимым предиктором когнитивного ресурса. Эта характеристика по всей видимости отражает базовый механизм интеллекта – принятие решений на основе простых правил. Второй и третий предикторы (мерность когнитивного пространства и время подбора признаков) напрямую связаны с построением ментальных репрезентаций и априори были выступали базой когнитивного ресурса. Предиктор «среднее время реакции выбора» также входит в обе модели и отражает фундаментальные характеристики интеллектуального процесса, а именно – скоростные. По нашим предположениям когнитивный ресурс является инфраструктурой интеллекта и скоростные характеристики определяют ее эффективность. Еще одним предиктором когнитивного ресурса выступила кратковременная память, определяющая его емкостные особенности.

Заключение

Эмпирическая верификация когнитивного ресурса по эффективности решения задач в усложняющихся условиях может быть осуществлена двумя способами: при сопоставлении продуктивности решения «простых» и «сложных» задач в обычных условиях и при сопоставлении продуктивности решения задач в обычных условиях и условиях «усложнения». Наличие косвенных операциональных дескрипторов когнитивного ресурса (показатели кратковременной памяти, время реакции выбора из множества вариантов и мерность

когнитивного пространств) позволяет сопоставить два предложенных подхода к оценке когнитивного ресурса между собой. Проведенный множественный регрессионный анализ показал, что обе модели когнитивного ресурса являются приемлемыми и имеют достаточную предсказательную силу, однако модель когнитивного ресурса, рассчитанная по продуктивности решения задач в обычных и «усложненных» условиях, имеет более высокие оценки. Наиболее значимыми предикторами когнитивного ресурса в обеих моделях являются правильность реакции в тесте время реакции выбора, мерность когнитивного пространства, время подбора признаков.

Библиография

1. Воронин А.Н., Горюнова Н.Б. Когнитивный ресурс: структура, динамика и развитие. М.: Институт психологии РАН, 2016. 275 с.
2. Воронин А.Н., Горюнова Н.Б. Структурно-функциональная модель когнитивного ресурса // Разработка понятий в современной психологии. 2019. Т. 2. С. 153-173.
3. Воронин А.Н., Горюнова Н.Б. Экспертная оценка ситуационных факторов, повышающих нагрузку на когнитивный ресурс при решении познавательных задач // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2021. Т. 10. № 3А. С. 5-17.
4. Горюнова Н.Б., Дружинин В.Н. Операциональные дескрипторы когнитивного ресурса и продуктивность решения тестовых задач и задач-головоломок // Психологический журнал. 2001. Т. 22. № 4. С. 21-29.
5. Дружинин В.Н. Когнитивные способности: структура, динамика, развитие. М.: ПерСе, СПб: Иматон, 2001. 223 с.
6. Bardach L., Klassen R. M. Smart teachers, successful students? A systematic review of the literature on teachers' cognitive abilities and teacher effectiveness //Educational Research Review. – 2020. – Т. 30. – С. 100312.
7. D'Acunto F. et al. Cognitive abilities and inflation expectations //AEA Papers and Proceedings. – 2019. – Т. 109. – С. 562-66.
8. Peng P., Kievit R. A. The development of academic achievement and cognitive abilities: A bidirectional perspective //Child Development Perspectives. – 2020. – Т. 14. – №. 1. – С. 15-20.
9. Schneider W. J., McGrew K. S. The Cattell–Horn–Carroll theory of cognitive abilities. – 2018.
10. Tikhomirova T., Malykh A., Malykh S. Predicting academic achievement with cognitive abilities: Cross-sectional study across school education //Behavioral sciences. – 2020. – Т. 10. – №. 10. – С. 158.

Two Approaches to Evaluating a Cognitive Resource: Complicating Tasks vs Complicating the Problem Field

Anatolii N. Voronin

Doctor of Psychology, Professor, Chief Researcher,
Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences,
129366, 13, Yaroslavskaya str., Moscow, Russian Federation;
e-mail: voroninan@bk.ru

Abstract

The article discusses various approaches to the estimation of a cognitive resource, understood as an initial capacity of the cognitive sphere, as an infrastructure of intelligence in its broadest sense. Empirical verification of the cognitive resource was carried out through the procedure for estimation the effectiveness of solving problems of varying complexity on a specially developed online platform that allows modifying the problem field of the tasks presented. Two approaches were implemented to complicate the situation, requiring an increasing load on the cognitive resource:

complicating the problematic field of the task and complicating the task itself. The aim of the study was to compare these approaches to assessing a cognitive resource during empirical verification of a cognitive resource by its operational descriptors: indicators of short-term memory, reaction time of choosing from a variety of options, and the dimension of cognitive spaces. In the course of the conducted multiple regression analysis, it was shown that both cognitive resource models are acceptable and have sufficient predictive power, however, the cognitive resource model calculated by the productivity of solving problems in normal and complicated conditions has higher estimates. The most significant predictors of the cognitive resource in both models turned out to be the correctness of the reaction in the test, the reaction time of choice, the dimensionality of the cognitive space, and the time for selecting the features of concepts.

For citation

Voronin A.N. (2022) Dva podkhoda k otsenke kognitivnogo resursa: uslozhnenie zadaniy vs uslozhnenie problemnogo polya [Two Approaches to Evaluating a Cognitive Resource: Complicating Tasks vs Complicating the Problem Field]. *Psikhologiya. Istoriko-kriticheskie obzory i sovremennye issledovaniya* [Psychology. Historical-critical Reviews and Current Researches], 11 (3A), pp. 102-107. DOI: 10.34670/AR.2022.85.81.009

Keywords

Cognitive resource, intelligence, complexity of test tasks, experimental situation, cognitive abilities.

References

1. Bardach, L., & Klassen, R. M. (2020). Smart teachers, successful students? A systematic review of the literature on teachers' cognitive abilities and teacher effectiveness. *Educational Research Review*, 30, 100312.
2. D'Acunto, F., Hoang, D., Paloviita, M., & Weber, M. (2019, May). Cognitive abilities and inflation expectations. In *AEA Papers and Proceedings* (Vol. 109, pp. 562-66).
3. Druzhinin V.N. (2001) *Kognitivnye sposobnosti: struktura, dinamika, razvitiye* [Cognitive abilities: structure, dynamics, development]. Moscow: PerSe Publ, St. Petersburg: Imaton Publ.
4. Goryunova N.B., Druzhinin V.N. (2001) Operatsional'nye deskriptory kognitivnogo resursa i produktivnost' resheniya testovykh zadach i zadach-golovolomok [Operational descriptors of a cognitive resource and the productivity of solving test problems and puzzle problems]. *Psikhologicheskii zhurnal* [Psychological journal], 22, 4, pp. 21-29.
5. Peng, P., & Kievit, R. A. (2020). The development of academic achievement and cognitive abilities: A bidirectional perspective. *Child Development Perspectives*, 14(1), 15-20.
6. Schneider, W. J., & McGrew, K. S. (2018). The Cattell–Horn–Carroll theory of cognitive abilities.
7. Tikhomirova, T., Malykh, A., & Malykh, S. (2020). Predicting academic achievement with cognitive abilities: Cross-sectional study across school education. *Behavioral sciences*, 10(10), 158.
8. Voronin A.N., Goryunova N.B. (2016) *Kognitivnyi resurs: struktura, dinamika i razvitiye* [Cognitive resource: structure, dynamics and development]. Moscow: RAS Institute of Psychology.
9. Voronin A.N., Goryunova N.B. (2019) Strukturno-funktsional'naya model' kognitivnogo resursa [Structural-functional model of a cognitive resource]. *Razrabotka ponyatii v sovremennoi psikhologii* [Development of concepts in modern psychology], 2, pp. 153-173.
10. Voronin A.N., Goryunova N.B. (2021) Ekspertnaya otsenka situatsionnykh faktorov, povyshayushchikh nagruzku na kognitivnyi resurs pri reshenii poznavatel'nykh zadach [Expert assessment of situational factors that increase the load on the cognitive resource when solving cognitive tasks]. *Psikhologiya. Istoriko-kriticheskie obzory i sovremennye issledovaniya* [Psychology. Historical-critical Reviews and Current Researches], 10 (3A), pp. 5-17.