

**КОНФЕРЕНЦИЯ**  
**«КОГНИТИВНАЯ НАУКА**  
**В МОСКВЕ: НОВЫЕ**  
**ИССЛЕДОВАНИЯ»**

**16 ИЮНЯ 2011 г.**

**ТЕЗИСЫ**



Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман

рансляции семантического содержания различных перцептивных модальностей, как способ соотнесения различных объектов между собой с помощью внутренней «системы координат», системы категорий, организующих субъективное пространство индивида. Этот механизм присутствует у всех людей, является неосознанным, произвольным и интенсивно используется при решении различных когнитивных задач.

4) Полученные нами данные, таким образом, свидетельствуют о необходимости обращения при изучении явления синестезии не столько к накоплению новых фактов, лежащих в области чисто сенсорно-перцептивной феноменологии возникновения ощущения в неспецифической модальности, а к базовому, неспецифическому, амодальному уровню переработки и хранения информации.

5) Синестезия имеет существенное значение помимо самого явления, как такового, для изучения восприятия, возникновения и эволюции языка, понимания таких трудных феноменов, как абстрактное мышление, метафора.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки РФ,  
Госконтракт 02.740.11.0420

---

---

## **НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ВОСПРИЯТИЯ ГЛАГОЛОВ ФИЗИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ГЛАГОЛОВ: ДАННЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МАГНИТНО- РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ**

**С.А. Малютина, О.В. Драгой\*, М.В. Иванова, А.К. Лауринавичюте,  
А.В. Петрушевский, Т.Майндль, Е.Ф. Гутырчик**

[olgadragoy@gmail.com](mailto:olgadragoy@gmail.com)

Университет имени Людвиг-Максимилиана, Мюнхен, Германия

**Введение.** Глаголы физического действия (англ. *motor verbs*) – это семантический класс глаголов, обозначающих действие, выполняемое какой-либо частью тела (например, *рвать, щекотать*). Инструментальные глаголы (англ. *instrumental verbs*) обозначают действие, для выполнения которого необходимо использование инструмента, не являющегося частью тела (например, *пилить, вязать*); являются подклассом глаголов

физического действия. Представляет интерес то, связана ли обработка глаголов этих семантических классов не только с областями мозга, ответственными за языковую обработку, но и с теми областями, которые вовлечены в собственно выполнение соответствующего физического действия (или физического действия, выполняемого с помощью инструмента) или наблюдение за ним.

**Предсказания теоретических моделей.** Существует две теоретических модели, делающие предсказания по этому вопросу. Теория воплощенного познания (англ. Embodied Cognition Framework, [Pulvermuller 2005]) утверждает, что в обработку языковых стимулов вовлечены области мозга, активирующиеся при совершении соответствующего действия / наблюдении за ним. То есть в обработке глаголов физического действия будут участвовать в том числе такие области, как первичная моторная и сенсорная кора, области лобных долей и нижней теменной извилины мозга человека, аналогичные областям, где были обнаружены зеркальные нейроны у приматов, экстрастриарная зона частей тела; а в обработке инструментальных глаголов – левая верхняя теменная кора, нижняя теменная кора, премоторная кора, задняя часть средней височной извилины, нижняя лобная извилина, мозжечок (то есть те же области мозга, что при выполнении действия с использованием инструмента или наблюдении за ним).

Этой теории противопоставлен символический подход (англ. symbolic account), утверждающий, что значение слова не связано с сенсомоторными мысленными образами, а выводится исключительно из синтаксических отношений между абстрактными языковыми символами [Landauer & Dumas 1997] или статистического совместного появления лингвистических форм [Kintsch 2008]. Согласно символическому подходу, в обработке языковых стимулов будут задействованы только области мозга, ответственные за языковую обработку, и не будут задействованы области, связанные с выполнением соответствующего действия / наблюдением за ним. Соответственно, если и будут различия в обработке глаголов физического действия и абстрактных глаголов (то есть обозначающих действие, напрямую не связанное с использованием частей тела или инструментов, типа *сгучать*, *одалживать*), или неинструментальных и инструментальных глаголов, то они затронут только области, связанные с языком.

**Цели исследования.** Результаты существующих исследований, проверяющих эти гипотезы по отношению к глаголам физического действия [Rüschemeyer et al. 2007, van Dam et al. 2010, Tettamanti et al. 2005], противоречивы: в каждом из них подтверждается гипотеза теории воплощенного познания, но конкретные активированные области мозга со-

вершенно различны. По отношению же к инструментальным глаголам верность гипотез до сих пор проверялась только один раз [Kemmerer et al. 2007], причём из-за особенностей дизайна эксперимента гипотеза символического подхода не могла быть ни подтверждена, ни опровергнута. Чтобы исчерпывающе исследовать обозначенную проблему, был проведён эксперимент с применением метода функциональной магнитно-резонансной томографии. Цель эксперимента – определить нейрофизиологический субстрат обработки глаголов физического действия и инструментальных глаголов.

**Метод.** Экспериментальный материал состоял из трёх групп глаголов: инструментальных глаголов физического действия (типа *пилить*), неинструментальных глаголов физического действия (типа *щекотать*) и абстрактных глаголов (типа *одалживать*). К каждому глаголу предлагался подходящий и неподходящий к глаголу объект (например, к *вязать* – *свитер* и *крышу*), из которых испытуемому давалось задание выбрать подходящий (например, для *вязать* это *свитер*), нажав на одну из двух кнопок. В качестве низкоуровневого контрольного условия использовалось задание с последовательностями небуквенных знаков: испытуемому предлагалась последовательность символов шрифта Wingdings, и он должен был выбрать из двух вариантов ответа полностью идентичную ей.

Эксперимент был разработан на материале немецкого языка и проведён на базе клиники Гросхадерн (г. Мюнхен, Германия) с использованием томографа Siemens Avanto мощностью 1,5 Тесла. В эксперименте приняли участие 19 испытуемых, из которых в анализ были включены данные 17 испытуемых: все являлись носителями немецкого языка без истории неврологических и психиатрических нарушений, все правши (9 женщин и 8 мужчин, в возрасте от 26 до 49 лет, средний возраст – 33,4 года). Полученные данные были обработаны в программе Brain Voyager QX.

**Результаты.** При сравнении глаголов всех трёх групп и контрольного условия была обнаружена активация в лобных и задневисочных отделах левого полушария (в том числе зонах Бродмана 44, 45, 22), то есть зонах, традиционно связываемых с языковой обработкой, что подтверждает валидность эксперимента. При сравнении глаголов физического действия и абстрактных глаголов была обнаружена бóльшая активация абстрактных глаголов в лобных и задневисочных речевых зонах (в том числе в зонах Бродмана 44, 45, 22), передней височной области. Областей, более активированных для глаголов физического действия, то есть в связи с семантическим компонентом физического действия, обнаружено не было. При сравнении инструментальных и неинструментальных глаголов была обнаружена бóльшая активация неинструментальных глаголов в лобной и

височной области (в том числе в зонах Бродмана 44, 45, 22), верхней теменной области. Областей, более активированных для инструментальных глаголов, то есть в связи с семантическим компонентом инструментальности, обнаружено не было.

Помимо томографических данных, были проанализированы полученные в ходе фМРТ-эксперимента поведенческие данные 14 испытуемых. Доля правильных ответов при всех экспериментальных условиях была высокой (не менее 98,4%) и не различалась между условиями. Тем не менее, обнаружилось влияние экспериментального условия на время реакции ( $F(2,26) = 14.90, p < .001$ ). При этом данные времени реакции могут быть описаны линейной моделью ( $F(1,13) = 26.03, p < .001$ ), то есть может быть построена иерархия глаголов по увеличению времени реакции. Эта иерархия выглядит так (в порядке увеличения времени реакции): инструментальные глаголы физического действия < неинструментальные глаголы физического действия < абстрактные глаголы. Методом попарного сравнения установлено, что различия во времени реакции в каждой паре условий статистически значимы (инструментальные vs. неинструментальные глаголы:  $t = -2.70, p < .05$ ; инструментальные vs. абстрактные глаголы:  $t = -5.10, p < .001$ ; неинструментальные vs. абстрактные глаголы:  $t = -2.95, p < .05$ ).

**Дополнительный опрос.** По количеству активного мозгового субстрата (в порядке возрастания) экспериментальные условия образуют ту же иерархию, что и по времени реакции: инструментальные глаголы физического действия < неинструментальные глаголы физического действия < абстрактные глаголы. Фактором, разные значения которого лежат в основе этой иерархии, может быть представимость. Этот параметр характеризует, насколько легко представить себе образ (предмет или действие), обозначаемый словом. Чтобы выяснить, действительно ли представимость глагола взаимосвязана с количеством активного мозгового субстрата, был проведён опрос, где носителям немецкого языка было предложено оценить по 5-балльной шкале представимость глаголов, использованных в эксперименте.

В опросе приняли участие 50 носителей немецкого языка (19 мужчин и 31 женщина, в возрасте от 18 до 69 лет, средний возраст 32,1 года). Результаты опроса подтвердили, что по представимости в порядке возрастания глаголы образуют ту же иерархию, что и по объему мозговой активности, связанной с их обработкой, а также и по времени реакции: наименее представимыми оказались абстрактные глаголы, более представимыми – неинструментальные и наиболее представимыми – инструментальные. Попарное сравнение показало статистически значимые различия в представимости между глаголами физического действия и аб-

страктными глаголами ( $t = 6.67, p < .01$ ), разница же между инструментальными и неинструментальными глаголами осталась на уровне тенденции ( $t = 1.64, p = .103$ ).

**Заключение.** Данные функциональной магнитно-резонансной томографии свидетельствуют в пользу символического подхода: группы исследованных глаголов отличаются только по количеству активного мозгового субстрата в речевых зонах. Гипотеза теории воплощённого познания, утверждающая, что в обработку глаголов вовлечены в том числе те же зоны, что и при выполнении соответствующего действия, на данном материале не подтвердилась.

Кроме того, в настоящей работе было показано, что представимость взаимосвязана с обработкой слова как на поведенческом уровне (время реакции), так и на нейрофизиологическом (объем мозговой активации). Это может быть связано с тем, что слова с разными значениями представимости отличаются по количеству информации в семантической репрезентации и количеству семантических связей, что приводит к необходимости извлечения разного количества информации и активации разного количества связей при их обработке и, следовательно, необходимости активации различного количества мозгового субстрата в языковых зонах.

### Литература

1. Kemmerer, D., Castillo, J. G., Talavage, T., Patterson, S., Wiley, C., 2007. Neuroanatomical distribution of five semantic components of verbs: Evidence from fMRI / *Brain and Language* 107: 16–43.
2. Kintsch, W., 2008. Symbol systems and perceptual representations / De Vega, M., Glenberg, A., Graesser, A. (Eds.). *Symbols and Embodiment*. Oxford Univ. Press, Oxford: 145–164.
3. Landauer, T.K., Dumas, S.T., 1997. A solution to Plato's problem: the latent semantic analysis theory of acquisition, induction, and representation of knowledge / *Psychological Review* 104: 211–240.
4. Pulvermüller, F., 2005. Brain mechanisms linking language and action / *Nature* 6: 576–582.
5. Rueschemeyer, S.-A., Brass, M., Friederici, A. D., 2007. Comprehending Prehending: Neural Correlates of Processing Verbs with Motor Stems / *Journal of Cognitive Neuroscience* 19:5: 855–865.
6. Tettamanti, M., Buccino, G., Saccuman, M. C., Gallese, V., Danna, M., Scifo, P., Fazio, F., Rizzolatti, G., Cappa, S. F., Perani, D., 2005. Listening to Action-related Sentences Activates Fronto-parietal Motor Circuits / *Journal of Cognitive Neuroscience* 17:2: 273–281.
7. van Dam, W. O., Rueschemeyer, S.-A., Bekkering, H., 2010. How specifically are action verbs represented in the neural motor system: An fMRI study / *NeuroImage* 53: 1318–1325.