

# **КОГНИТИВНАЯ НАУКА В МОСКВЕ: НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**2013**

**МАТЕРИАЛЫ  
КОНФЕРЕНЦИИ**



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

2. *Лантева Е.М.* Феномен подсказки в решении задач: когнитивный и эмоциональный аспекты. Автореферат дисс. ... канд. психол. наук. М., 2012.
3. *Люсин Д.В.* Влияние эмоций на креативность // Творчество: от биологических предпосылок к культурным феноменам / Коллективная монография под ред. Д. В. Ушакова. М., Издательство ИП РАН. 2011 С. 372–389.
4. *Медынцев А.А.* Влияние результатов выполнения побочного задания на количество «решений озарениями» при разгадывании анаграмм // Материалы итоговой научной конференции Института психологии РАН (24–25 февраля 2011 года). М.: Институт психологии РАН. 2011.
5. *Baas M, De Dreu C.K., Nijstad B.A.* A meta-analysis of 25 years of mood-creativity research: hedonic tone, activation, or regulatory focus? // *Psychol Bull.* 2008. 134(6). 779–806.
6. *Bechara A., Damasio H., Tranel D., Damasio A.R.* Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy. // *Science.* 1997. V. 275. P. 1293–1295.
7. *Davis T., Love, B.C., Maddox W.T.* Anticipatory Emotions in Decision Tasks: Covert markers of Value or Attentional Processes? // *Cognition.* 2009. V. 112. P. 195–200.
8. *de Dreu C.K.W., Baas M.* Giacomantonio M. Processing modes and creativity: Why (not)? // *Psychological Inquiry.* 2010. V. 21. № 3. P. 202–208.
9. *Zeelenberg R., Bocanegra B.R.* Auditory emotional cues enhance visual perception. // *Cognition.* 2010. V. 115. P. 202–206.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ № МК-5056.2012.6 и гранта РГНФ № 11-36-00342a2.

---

---

## **ВЫДЕЛЕНИЕ КРУПНОМАСШТАБНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В КОРЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ПО ДАННЫМ ФМРТ ВО ВРЕМЯ ПРОСМОТРА И ПРИПОМИНАНИЯ ВИДЕОСЮЖЕТОВ**

**Верхлютов В.М.\*, Ушаков В.Л., Соколов П.А.**

[verkhliutov@mail.ru](mailto:verkhliutov@mail.ru)

ИВНД и НФ РАН, НИЦ «Курчатовский институт», Москва

Математические разработки и машинное моделирование нейронных сетей (Izhikevich E.M., Edelman G.M., 2007) с одновременным эксперимен-

тальным открытием явлений, которые могут сопровождать работу подобных сетей в головном мозге, дали основание для формулировки понятий о крупномасштабных нейронных сетях. Продолжительные исследования функциональных связей с использованием ЭЭГ не сделали убедительными доказательства существования таких сетей из-за низкой пространственной разрешающей способности данного метода. Развитие МЭГ позволило несколько продвинуться в этом направлении. Но только появление современной МРТ привели к стремительному развитию методик и экспериментальному подтверждению существовавших ранее общих теоретических представлений. При этом экспериментальные данные принесли новые в какой-то степени неожиданные результаты. Как показало открытие нейронных сетей состояния покоя (Biswal B., et al., 1985), сети активны не только в процессе обработки информации, но и при отсутствии каких-либо функциональных нагрузок. Для выделения крупномасштабных сетей используют оценку когерентности и анализ независимых компонент. Идентификацию сетей производят по синхронному изменению уровня фМРТ-сигнала для ограниченного объема или объемов серого вещества (Greicius M.D., et al., 2003). Функциональное взаимодействие между отдельными частями сети обусловлено трактами белого вещества, которые могут быть прослежены с использованием метода диффузионного тензорного анализа. Этот метод позволил показать, что связи в коре головного мозга распределены неравномерно. Существует несколько крупных центров (хабов), где сосредоточено наибольшее число соединений, а наиболее крупная их концентрация наблюдается на медиальной поверхности теменной доли (Hagmann P., et al., 2008). Данная локализация совпадает с одной из порций нейронной сети по умолчанию (Default Mode Network — DFM), которая является одной из сетей состояния покоя (Resting State Network — RSN). Кроме данной сети, выделяют визуальные, слуховые, моторные и когнитивные сети состояния покоя (Jann K. et al., 2011). Основным отличием сети по умолчанию является ее реакция на внешние и внутренние стимулы, приводящие к снижению ее активации. Данный признак может быть одним из маркеров, идентифицирующих эту сеть. В состоянии спокойного бодрствования активность нейронных сетей подвержена флуктуациям, которые могут быть выявлены в течение нескольких минут. Частота их колебаний соответствует сотым долям герца. Сенсорные и/или ментальные воздействия приводят к модификациям, которые изменяют внутреннюю структуру сети и порядок взаимодействия с другими сетями. Одним из важных вопросов является выявление отличий в картине активации для внешних и внутренних стимулов. В предыдущих исследованиях нами было показано, что предъявление и припоминание зрительных сцен вызывает обширную активацию, что, вероятно, связано с включением большого количества сетей реагирующих на подобную стимуляцию (Ushakov V.L., et al., 2013).

В настоящем исследовании была поставлена задача сопоставить локализацию нейронных сетей, формирующихся при просмотре и припоминании видеосюжетов с идентифицированными ранее сетями состояния покоя, и изучить особенности их динамики. В эксперименте принимали участие 21 здоровых испытуемых-добровольцев — 12 мужчин и 9 женщин в возрасте 20–35 лет (средний возраст 22 года).

Каждому испытуемому было представлено 9 блоковых парадигм, каждая из которых длилась три минуты и состояла из трех блоков. Блок состоял из базовой стимуляции (точка фиксации или задача парадигмы) и задачи парадигмы длительностью по 30 сек. Задачами парадигмы являлись: представление себя на месте участника двух сюжетов, просмотр видео двух сюжетов, немедленное представление после просмотра, отставленное представление данных видеосюжетов. Первый сюжет «прыжок с парашютом» был мало знаком для большинства испытуемых студентов университета в отличие от другого «лекции». Таким образом, исполнялись следующие парадигмы: 1) точка фиксации + представление прыжка, 2) точка фиксации + представление лекции, 3) точка фиксации + просмотр прыжка, 4) точка фиксации + просмотр лекции, 5) просмотр лекции + просмотр прыжка, 6) просмотр прыжка + представление прыжка, 7) просмотр лекции + представление лекции, 8) точка фиксации + представление прыжка, 9) точка фиксации + представление лекции.

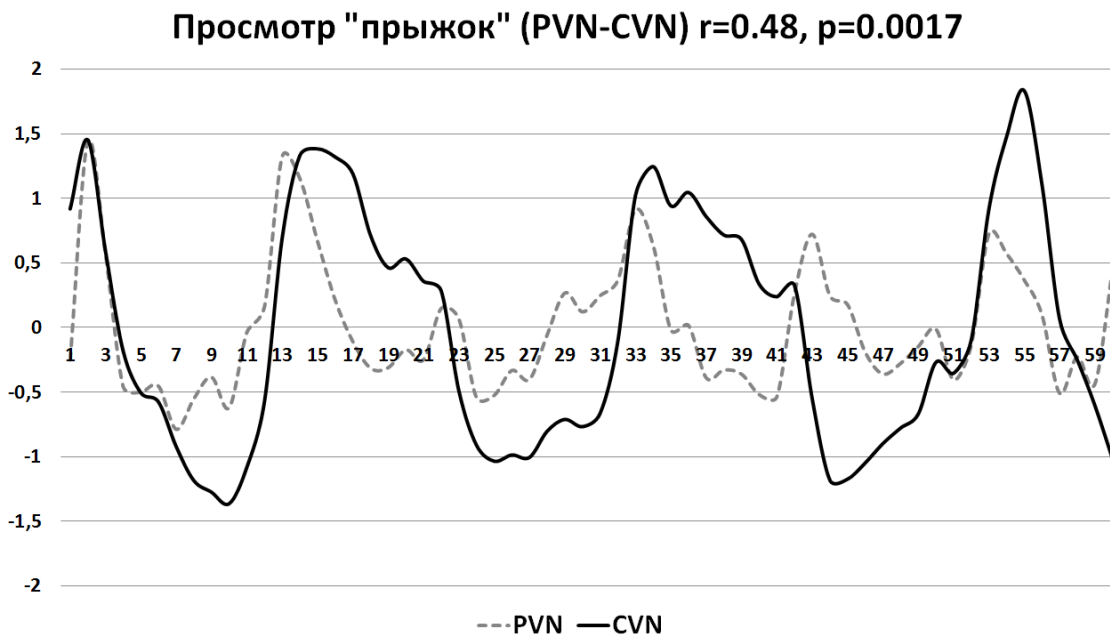
Для регистрации МРТ и фМРТ использовали магнитно-резонансный томограф Philips Achieva с полем сверхпроводящего магнита 3.0 Тл и мощностью градиентной катушки 80 мТл/м. Функциональные данные получали с помощью эхо-планарного протокола (TR = 3000 мс, TE = 35 мс, матрица 128x128, размер пикселя 1.8x1.8 мм, толщина среза 4 мм, межсрезовой промежуток 1 мм). Данные фМРТ накладывали на индивидуальную изотропную трехмерную модель головного мозга, построенную с помощью T1-взвешенных МРТ срезов с размером пикселя 1x1 мм<sup>2</sup> и толщиной 1 мм. Нормализацию индивидуальных данных к усредненной корковой поверхности проводили с использованием программы SPM8. Выделения независимых компонент функционального производили программой GIFT.

Анализ групповых данных с использованием блоковой парадигмы позволил получить предварительную информацию о работе крупномасштабных сетей. Воображение прыжка вызывает наиболее масштабную активацию в лобной доле (6, 44, 45, 46, 24, 32 корковые поля полях по Бродману) и незначительную активацию в затылочной и височной долях (19, 37, 39 поля). Воображение лекции усиливает активацию тех же зон в лобной области и расширяет объем активации в затылочной и височной долях (периферия 19, 18, 17 зрительных полей, 37, 22, 20 поля). Рост активации отмечается и в теменной доле (39, 40 поля). Просмотр видео «пры-

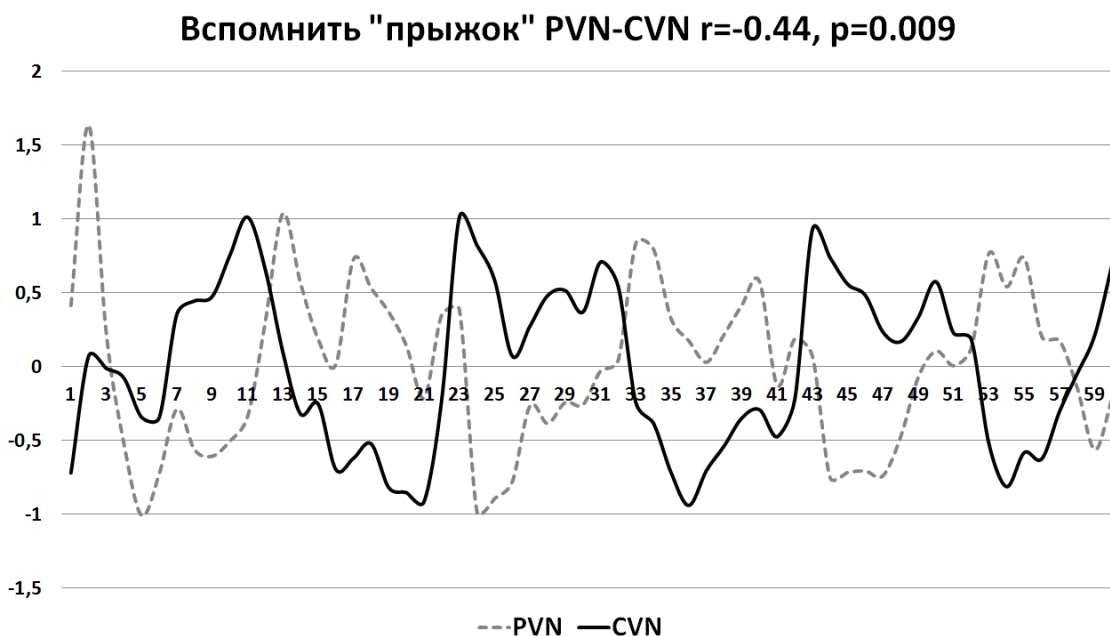
жок» активирует затылочную долю. Кроме периферии включается центр 17, 18, 19 зрительных полей. В лобной доле активация снижается кроме 6 премоторного поля. Происходит рост активации 2 и 5 соматосенсорных полей. В тоже время, при просмотре видео «лекция» соматосенсорная активация выражена незначительно, что является отличием, связанным с сюжетом стимульных парадигм. Последовательный просмотр видео «лекция» и «прыжок» подтверждает тенденцию более выраженной активации соматосенсорных полей при демонстрации видео «прыжок». Немедленное припоминание видеосюжета «прыжок» сразу после его просмотра характеризуется активацией передних отделов и массивной деактивацией задних отделов коры. Для второй стимульной парадигмы эта тенденция менее выражена. Деактивация при этом распространяется в основном на центральные отделы зрительных полей. Отставленное припоминание сюжета «прыжок» приводит к активации периферии зрительных полей и участков премоторной и цингулярной коры (24, 32 поля). Последнее экспериментальное задание – отставленное припоминание сюжета «лекция», вызывает более заметную активацию левого полушария. Активируются все доли мозга, включая моторные и соматосенсорные корковые поля. Деактивация в этом случае четко выражена в центре ретинотопической проекции зрительных полей.

С использованием группового анализа независимых компонент идентифицировано семь крупномасштабных нейронных сетей: левая и правая лобно-теменные сети, лобно-височная сеть, центрально-височная сеть, сеть по умолчанию, центральная и периферическая зрительные сети. Перечисленные сети выявляются во всех парадигмах эксперимента, кроме правой лобно-теменной сети, которую не удалось выявить для 1 и 6 парадигм. Сеть по умолчанию и зрительная сети по локализации совпадают с одноименными сетями состояния покоя. Лобно-теменные сети соответствуют фронтопариетальной управляющей сети (Frontoparietal Control Network — FPCN) и сети, связанной с рабочей памятью (Working Memory Network — WMN). Лобно-височная сеть проецируется на лобную сеть, поддерживающую внимание (Frontal Attention Network — FAN). Центрально-височная сеть объединяет соматомоторную (Somato-Motor Network — SMN) и слуховую сети (Auditory Cortex Network — ACN) состояния покоя. Зрительная сеть, соответствующая затылочной зрительной сети состояния покоя (Occipital Visual Network — OVN), делится на функционально независимые центральные и периферические отделы. При просмотре видеосюжета они работают синхронно (Рис.1), а при припоминании в противофазе (Рис. 2). Сеть по умолчанию активировалась в отсутствие стимула, как это описано другими авторами (Raichle M.E. et al., 2001). Конфигурация и объем идентифицированных сетей практически не отличались для всех парадигм, в то

время, как динамика их активации имела существенные различия для каждой из парадигм эксперимента. Она могла коррелировать со стимулом, а могла быть независима от него.



**Рис. 1** Усредненная по группе динамика активации центральной (CVN) и периферической (PVN) частей зрительной сети при предъявлении видеосюжета «прыжок с парашютом». По оси абсцисс номер сканирования (каждое по 3 сек), по оси ординат изменение фМРТ-сигнала в %.



**Рис. 2** Усредненная по группе динамика активации центральной (CVN) и периферической (PVN) частей зрительной сети при припоминании сюжета «прыжок с парашютом». Обозначение осей как на рис. 1.

Таким образом, было показано, что при сенсорной и ментальной стимуляции крупномасштабные нейронные сети модифицируются, объединяясь или разделяясь на части. В первом случае это может быть связано с функциональным взаимодействием, а во втором обусловлено различием выполняемых функций. В частности, наши данные подтверждают сделанные ранее предположения об участии периферических отделов ретинопической проекции зрительной коры в процессах сохранения и воспроизведения следов памяти (Levy I., et al., 2001, Верхлютов В.М. с соавт., 2009).

Работа выполнена при поддержке РФФИ  
(гранты №№ 13-04-01835, 13-04-02036).

---

---

## **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОДСИСТЕМ РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ В ПРОЦЕССЕ РЕШЕНИЯ ИНСАЙТНЫХ ЗАДАЧ**

**Владимиров И.Ю.\*, Коровкин С.Ю.,  
Чистопольская А.В., Савинова А.Д.**

[kein17@mail.ru](mailto:kein17@mail.ru)

ЯрГУ им. П.Г. Демидова, Ярославль

Проблема механизмов переработки информации в процессе поиска инсайтного решения является одной из ключевых в контексте понимания природы инсайта. Известные на данный момент модели переработки информации на этапе инкубации инсайтного решения можно объединить в две группы: модели, предполагающие наличие специфических или неспецифических механизмов инсайта. Первые предполагают наличие особых механизмов поиска инсайтного решения, отличающие инсайтные задачи от регулярных (алгоритмизируемых, комбинаторных). Так, например, К. Сейферт с коллегами считают, что таким механизмом может быть хранение информации о нерешенной задаче достаточно долгое время в одном из хранилищ рабочей памяти (РП) и извлечение ее, в тот момент, когда находится подсказка (см. [4]). Вторые утверждают, что ничем кроме сложности и низкой осознаваемости процесса инсайтные задачи от регулярных не отличаются. Они так же могут быть алгоритмированы. Родоначальниками данного направления были Г. Саймон и А. Ньюэлл (там же). Выбор приоритета одной из моделей может быть сделан на основе сопоставительного анализа динамики решения инсайтных и регулярных задач.