



ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ, МЕДИЦИНСКАЯ ПСИХОЛОГИЯ PSYCHOPHYSIOLOGY, MEDICAL PSYCHOLOGY

УДК 159.91

DOI: 10.21702/rpj.2017.3.7

ЭЭГ-КОРРЕЛЯТЫ ЮМОРА И ИНСАЙТА

**Людмила А. Дикая^{1*}, Анастасия Ю. Лаврешина¹, Игорь С. Дикий¹,
Адам Хавалед², Кристина С. Шегай³**

¹ Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону,
Российская Федерация

² Университет Линнеус, г. Векшё, Швеция

³ Государственный университет «Чоннам», г. Кванджу, Южная Корея
* E-mail: dikaya@sfnu.ru

Введение. В статье обоснована актуальность изучения ЭЭГ-коррелятов юмора и инсайта. Новизна исследования заключается в изучении сходства и различий ЭЭГ-коррелятов создания оригинальных и юмористических идей инсайтным и неинсайтным способами. Отмечается очевидный дефицит психофизиологических исследований процесса создания юмора.

Материалы и методы. Описана методика проведения исследования, в котором приняли участие 78 праворуких студентов, средний возраст 23 года. Применен метод ЭЭГ (электроэнцефалография). Во время регистрации ЭЭГ участникам исследования предлагалось ответить на вопрос: «Что может быть изображено на рисунке?». Предложен оригинальный стимульный материал – «друдлы» – рисунки, состоящие из простых геометрических форм, что создает возможность многозначной трактовки каждого рисунка. Участникам исследования предлагалось найти как оригинальное, так и оригинальное и, вместе с тем, смешное решение. Анализировались сила и характер распределения когерентных связей ЭЭГ в тета-, альфа-, бета- и гамма-диапазонах частот.

Результаты. На основе проведенного сравнительного анализа выделены когерентные связи, выраженные при нахождении оригинального и юмористического решений инсайтным и неинсайтным способами. Это внутри- и межполушарные когерентные связи в передних, преимущественно префронтальных, и в задних, преимущественно окципитальных, отделах коры головного мозга. Показано, что когерентные связи в префронтальной области коры правого полушария и межполушарные связи в затылочных областях коры мозга в низкочастотных диапазонах, а также внутриполушарные связи в задних



отделах коры во всех исследуемых частотных диапазонах выражены при инсайтном оригинальном и юмористическом решении.

Обсуждение результатов. Авторы рассматривают роль частотных диапазонов в организации когнитивной и, прежде всего, творческой деятельности. Проводится сопоставление полученных результатов с данными других исследователей относительно ЭЭГ-коррелятов творческого мышления. Уделено внимание мозговым коррелятам нахождения решения путем инсайта.

Выводы. Сделано заключение о сходстве ЭЭГ-коррелятов юмора и инсайта.

Ключевые слова: юмор, инсайт, электроэнцефалография, когерентные связи, кора мозга, частотные диапазоны, полушария мозга, друдлы, префронтальные области коры, затылочные области коры

Основные положения:

- ▶ при нахождении оригинального и юмористического решений выражены когерентные связи ЭЭГ в передних и в задних отделах коры головного мозга;
- ▶ неинсайтный способ решения от инсайтного отличают выраженные когерентные связи в префронтальных областях коры правого полушария;
- ▶ выявлено сходство ЭЭГ-коррелятов инсайтного оригинального и юмористического решений;
- ▶ специфичными для генерирования юмора инсайтным способом оказались затылочные области коры мозга правого полушария.

Для цитирования: Дикая Л. А., Лаврешина А. Ю., Дикий И. С., Хавалед А., Шегай К. С. ЭЭГ-корреляты юмора и инсайта // Российский психологический журнал. – 2017. – Т. 14, № 3. – С. 133–152.

Материалы статьи получены 20.04.2017



EEG CORRELATES OF HUMOR AND INSIGHT

**Liudmila A. Dikaya^{1*}, Anastasiya Yu. Lavreshina¹, Igor' S. Dikiy¹,
Adam Khawaled², Kristina S. Shegai³**

¹ Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

² Linnaeus University, Växjö, Sweden

³ Chonnam National University, Gwangju, South Korea

* Correspondence author. E-mail: dikaya@sfnu.ru

Introduction. Recently, considerable attention has been paid to studying the EEG correlates of humor and insight. The novelty of the study lies in exploring the similarities and differences in the EEG correlates of original humorous insight and non-insight solutions. Very few publications are available in the literature that address to the psychophysiological study of humor creating.

Materials and Methods. EEG recordings of 78 right-handed students were evaluated. The average age of respondents was 23 years. EEG registration was carried out when the research participants answered the question "What's in the picture?" The original stimulus material consisted of simple abstract drawings (doodles), which enabled the respondents to give various interpretations. These interpretations were original and also original and humorous. The study analyzed the strength and distribution of EEG coherence in the theta, alpha, beta, and gamma frequency bands.

Results. The comparative analysis revealed EEG coherence when finding original and humorous insight and non-insight solutions. This was intra- and interhemispheric coherence in the anterior, mainly prefrontal, and posterior, mainly occipital, cortex. Coherence in the right prefrontal cortex, interhemispheric coherence in the occipital cortex (low frequencies), and also intrahemispheric coherence in the posterior cortex in all the investigated frequency ranges were prominent when finding insight original and humorous solutions.

Discussion. The study (a) revealed the role of frequency bands in cognitive and, above all, in creative activity, (b) compared the obtained results with findings of other researchers of the EEG correlates of creative thinking, and (c) described brain correlates of insight problem solving.

Conclusion. The EEG correlates of humor and insight are similar.

Keywords: humor, insight, EEG, coherence, cerebral cortex, frequency ranges, brain hemispheres, doodles, prefrontal cortex, occipital cortex



Highlights

- ▶ *EEG coherence was observed in the posterior cortex when finding original and humorous solutions.*
- ▶ *High coherence in the right prefrontal cortex is characteristic to non-insight problem solving.*
- ▶ *The EEG correlates of insight original and humorous solutions were similar.*
- ▶ *The right occipital cortex was specific for insight humor generating.*

For citation: Dikaya L. A., Lavreshina A. Yu., Dikiy I. S., Khawaled A., Shegai K. S. EEG correlates of humor and insight. *Rossiiskii psikhologicheskii zhurnal – Russian Psychological Journal*, 2017, V. 14, no. 3, pp. 133–152 (in Russian).

Original manuscript received 20.04.2017

Введение

Изучение мозговых коррелятов творческой активности интенсивно развивается в последние десятилетия. Широкая вариативность предъявляемых испытуемым в таких исследованиях заданий (от дивергентных задач до музыкальной импровизации и создания продуктов изобразительного творчества) [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 и др.] привела к многообразию полученных результатов. В различных исследованиях выявлены разнообразные области коры головного мозга, связанные как с творчеством, так и характером используемых в них заданий.

Сравнение психофизиологических показателей при выполнении участниками исследования творческих и нетворческих заданий по принципу контрастного анализа, составляющее методическую основу большинства исследований мозговых коррелятов творчества, оказалось недостаточным для выявления роли различных участков мозга в реализации творческого процесса. В подобных исследованиях выявлены области мозга, специфичные для определенных видов творческой активности – музыкальной, художественной, поэтической и т. п. Поиску универсальных мозговых коррелятов творчества, независимо от сферы деятельности его субъекта, во многом может способствовать исследование других сложных форм психической активности, схожих с творческой.

На наш взгляд, такой формой психической активности, схожей с творческой и по своим психологическим механизмам близкой инсайту, может выступать юмор.

Юмор представляет собой такую форму отражения объективного мира, при которой процесс познания протекает через разрешения противоречий и опосредуется интеллектуальной активностью [11].



Психологическое сходство инсайта и юмора отмечается по ряду признаков: мгновенный характер понимания; сопровождение положительными эмоциями, связанными с пониманием задачи или шутки; внутренний конфликт – противоречие, по меньшей мере, двух когнитивных схем (реальная и невозможная, ожидаемая и неожиданная, вероятная и невероятная ситуация); нарушение запретов. Юмор содержательно связан с табуированными, запретными темами и может носить характер расшатывания запретов, их нарушения. Для решения инсайтных задач характерен «выход за пределы», преодоление функциональной фиксированности [12].

Под креативным механизмом юмора понимается порождение в процессе восприятия юмористического текста нового, имплицитного смысла, основанного на компоновке текста с высокой степенью контраста (двойственности и/или многозначности) [13].

Качество созданного юмористического продукта можно легко оценить спонтанным смехом или высказанным суждением. Хотя смех и отражает субъективное состояние человека, его наличие или отсутствие легко фиксируется и может быть использовано для оценки юмористического продукта.

Если нейронные корреляты восприятия юмора на сегодняшний день в определенной степени изучены [например, 14, 15, 16, 17], то психофизиологические исследования создания юмора как пример генерирования творческой идеи носят единичный характер [18, 19].

Между тем, изучение психофизиологических коррелятов творчества и юмора имеет практическое значение при диагностике и прогнозировании динамики психических расстройств. Психиатры в своей практике используют способность (или неспособность) больного адекватно реагировать на шутку в качестве диагностического критерия. В психотерапевтической практике также отмечают позитивную роль юмора в процессе терапии и высокая эффективность психотерапевтов, обладающих чувством юмора [20]. Однако психологическая диагностика и терапия с помощью юмора не получили пока научного обоснования.

Целью проведенного исследования стало изучение ЭЭГ-коррелятов юмора и инсайта.

Материалы и методы

В эмпирическом исследовании приняли участие 78 студентов Южного федерального университета, имеющих опыт создания произведений сферы искусства (стихотворений, музыкальных произведений, живописи), средний возраст 23 года, из них 38 мужчин и 40 женщин.

Исследование проводилось в рамках медицинских и этических норм.



Все испытуемые были ознакомлены с условиями исследования и дали добровольное согласие на участие в нем.

Все участники исследования были праворукие с рождения. Ведущая рука определялась с помощью теста М. Annett [21].

В качестве гипотезы выступило предположение о потенциальном сходстве ЭЭГ-коррелятов генерирования юмора и инсайта.

Задачи исследования:

1) изучить силу и характер распределения когерентных связей ЭЭГ у участников исследования при нахождении оригинального и смешного решения предъявленного когнитивного задания разными способами – инсайтным и неинсайтным;

2) провести сравнительный анализ выраженных когерентных связей ЭЭГ у участников исследования при нахождении инсайтным и неинсайтным способами оригинального и юмористического решения, а также при нахождении инсайтным способом оригинального и юмористического решения предъявленного когнитивного задания.

В исследовании использован метод ЭЭГ, выбор которого определялся его хорошим временным разрешением. Регистрация ЭЭГ осуществлялась в 64-х отведениях монополярно с двумя референтами при помощи многоканального электроэнцефалографа Нейровизор-136 («МКС», Россия). Сопротивление электродов не превышало 20 кОм.

Регистрация ЭЭГ проводилась в спокойном состоянии (глаза закрыты) и в процессе выполнения двух функциональных проб. Во время функциональных проб на мониторе предъявлялись «друдлы» – рисунки, состоящие из простых геометрических форм (рисунок 1). Участникам исследования нужно было ответить на вопрос: «Что может быть изображено на рисунке?». Причем в первой функциональной пробе им предлагалось найти нетипичное, оригинальное решение. Во второй функциональной пробе предлагалось найти оригинальное и вместе с тем смешное решение. Оригинальность и юмористичность решения оценивалась психологами-экспертами в баллах (1–10).

Выбор рисунков-друдлов в качестве стимульного материала обоснован возможностью многозначной трактовки каждого рисунка, что способствует проявлению творческого потенциала и чувства юмора у участников. Также присутствие в рисунке заданных геометрических фигур служило индикатором того, что ответ испытуемого основан на материалах предъявленных рисунков-друдлов и, следовательно, создан непосредственно в процессе исследования, а не взят из прошлого опыта.

Перед проведением основной части исследования с участниками проводилась подготовительная серия, в ходе которой они упражнялись в выполнении подобного задания. Во время ЭЭГ-исследования в первой и во второй



функциональных пробах каждому испытуемому рандомно предъявлялось по два изображения друдла. Испытуемого просили нажимать кнопку мыши компьютера, как только решение будет найдено. Нажатие мыши фиксировалось на записи ЭЭГ в виде маркера – сигнала времени нахождения решения. При обработке данных анализировалась запись ЭЭГ, предшествовавшая нахождению решения.

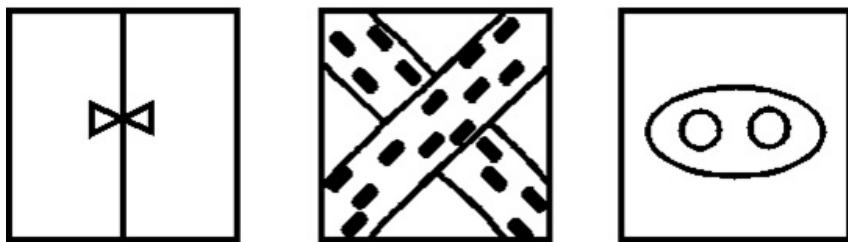


Рисунок 1. Примеры предъявляемых друдлов

Figure 1. Examples of doodles

После нахождения ответа испытуемого просили назвать его, а также ответить на вопрос: «Можно ли сказать, что решение пришло внезапно, путем инсайта (да/нет)?». С учетом полученных ответов, все записи функциональных проб ЭЭГ были дифференцированы для анализа на четыре группы: 1) нахождение оригинального решения путем инсайта; 2) нахождение оригинального решения неинсайтным путем; 3) нахождение смешного решения путем инсайта и 4) нахождение смешного решения неинсайтным путем.

Для анализа выбирались 5-секундные безартефактные отрезки ЭЭГ, на каждом из которых усреднялись значения коэффициента когерентности (КК) для каждого испытуемого в следующих частотных диапазонах: тета (4–7,5 Гц), альфа (7,5–13,5 Гц), бета (13,5–35 Гц) и гамма (35–70 Гц).

Все возможные когерентные связи предварительно были сгруппированы в 60 видов по следующим критериям: внутри- или межполушарные, длинно- или короткодистантные, находящиеся внутри одной или соединяющие разные области коры мозга, находящиеся внутри одной или соединяющие передние и задние отделы коры мозга. Анализировались выраженные когерентные связи ($КК \geq 0,6$).

Для статистической обработки данных применялся сравнительный *post hoc* анализ с использованием критерия Фишера (Fisher LSD). Обработка осуществлялась при помощи пакета компьютерных программ «STATISTICA 12.0».



Коррекцию статистической значимости выполняли по методу Гринхауза – Гейссера. Нулевая гипотеза – отсутствие достоверных различий между средними – отклонялась при вероятности ошибки 0,05 и менее.

Результаты

Для проверки гипотезы о потенциальном сходстве ЭЭГ-коррелятов генерирования юмора и инсайта мы изучили силу и характер распределения когерентных связей ЭЭГ у участников исследования во время нахождения оригинального и юмористического (смешного) решения относительно того, что может быть изображено на рисунке-друдле. На основе отчетов испытуемых относительно способа нахождения решения (инсайт/неинсайт) каждого из этих двух заданий были выделены четыре функциональные пробы: 1) нахождение оригинального решения путем инсайта; 2) нахождение оригинального решения неинсайтным путем; 3) нахождение смешного решения путем инсайта и 4) нахождение смешного решения неинсайтным путем.

Для каждой функциональной пробы в каждом частотном диапазоне выявлены выраженные когерентные связи ($KK \geq 0,6$) и проведен сравнительный анализ их силы – при нахождении участниками исследования оригинального решения путем инсайта и неинсайтным путем, при нахождении смешного решения путем инсайта и неинсайтным путем, а также при нахождении путем инсайта оригинального и смешного решения заданий с друдлами.

Выявлено, что в четырех функциональных пробах по показателю KK в каждом частотном диапазоне из анализируемых нами 60-ти видов когерентных связей выражены: 1) RA – когерентные связи в передних отделах коры правого полушария; 2) LP – когерентные связи в задних отделах коры левого полушария; 3) RP – когерентные связи в задних отделах коры правого полушария; 4) LAF – когерентные связи в префронтальных областях коры левого полушария; 5) RAF – когерентные связи в префронтальных областях коры правого полушария; 6) MAF – межполушарные связи в префронтальных областях коры; 7) LF – когерентные связи во фронтальных областях коры левого полушария; 8) LPO – когерентные связи в затылочных областях коры левого полушария; 9) RPO – когерентные связи в затылочных областях коры правого полушария; 10) MPO – межполушарные связи в затылочных областях коры мозга.

Дальнейший сравнительный анализ между разными функциональными пробами проводился для вышеперечисленных видов когерентных связей.

Наибольшее количество выраженных когерентных связей в **тема-диапазоне** выявлено при поиске смешного названия рисунков-друдлов, причем достоверно более сильные когерентные связи обнаружены при нахождении смешного решения неинсайтным путем, в отличие от инсайтного. Это когерентные связи в передних, особенно в префронтальных, отделах коры правого



полушария, в префронтальных отделах коры левого полушария, а также межполушарные связи в префронтальных отделах коры ($p < 0,05$) (рисунок 2).

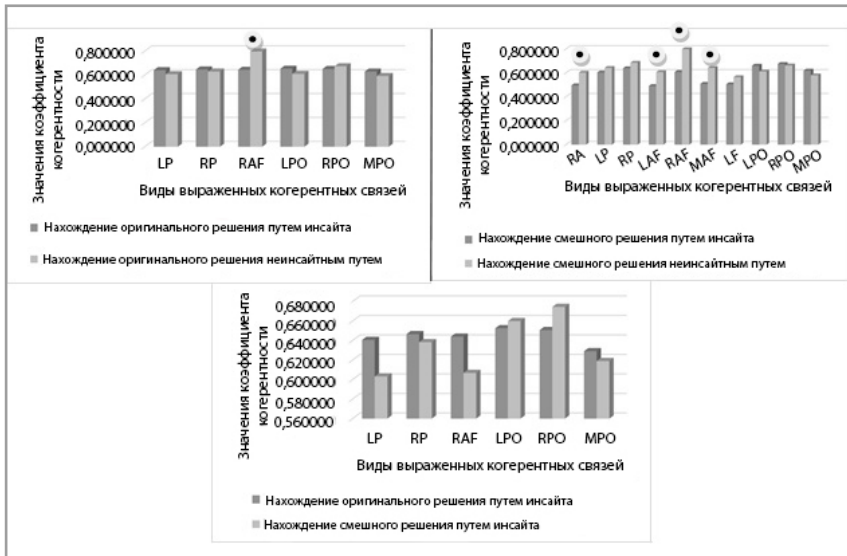


Рисунок 2. Распределение выраженных когерентных связей у участников исследования в тета-диапазоне при создании оригинального и смешного решений инсайтным и неинсайтным путями

Figure 2. Coherence in the theta range when finding original and humorous insight and non-insight solutions

Условные обозначения: RA – когерентные связи в передних отделах коры правого полушария; LP – когерентные связи в задних отделах коры левого полушария; RP – когерентные связи в задних отделах коры правого полушария; LAF – когерентные связи в префронтальных отделах коры левого полушария; RAF – когерентные связи в префронтальных отделах коры правого полушария; MAF – межполушарные связи в префронтальных отделах коры; LF – когерентные связи во фронтальных отделах коры левого полушария; LPO – когерентные связи в затылочных отделах коры левого полушария; RPO – когерентные связи в затылочных отделах коры правого полушария; MPO – межполушарные связи в затылочных отделах коры мозга.

• – различия между показателями КК достоверны ($p < 0,05$).

Обращает на себя внимание тот факт, что при создании смешного названия друдлов когерентные связи в задних отделах коры каждого из полушарий головного мозга выражены сильнее при неинсайтном способе решения, в отличие от инсайтного, однако эти различия не достоверны, а имеют характер тенденции. Когерентные же связи в затылочных отделах



коры (внутри- и межполушарные) более выражены при инсайтном решении. При разделении когерентных связей на виды связи в затылочных отделах коры стали составной частью когерентных связей в задних отделах коры. Следовательно, когерентные связи именно в затылочных областях коры мозга наиболее функционально вовлечены в инсайтный способ нахождения решения.

Также достоверно более сильные когерентные связи в префронтальных отделах коры правого полушария выявлены при нахождении оригинального решения неинсайтным путем, в отличие от инсайтного ($p \leq 0,05$) (рисунок 2). Вероятно, именно этот вид когерентных связей в тета-диапазоне функционально обеспечивает нахождение нового, отсутствующего в прошлом опыте, как оригинального, так и смешного решения.

В результате сравнения силы когерентных связей в тета-диапазоне при нахождении решения путем инсайта можно заключить о вовлечении преимущественно передних, прежде всего префронтальных, областей коры каждого из полушарий мозга в нахождение оригинального решения, и затылочных в нахождение смешного (рисунок 2).

В **альфа-диапазоне** в каждой из анализируемых функциональных проб оказались выражены ($KK > 0,6$) когерентные связи в задних, особенно в затылочных отделах коры левого и правого полушарий, межполушарные связи в затылочных отделах коры мозга и когерентные связи в префронтальных отделах коры правого полушария. При этом последние достоверно сильнее при неинсайтном способе нахождения и оригинального, и смешного решений ($p \leq 0,05$) (рисунок 3).

В альфа-диапазоне при нахождении решения путем инсайта все выраженные когерентные связи сильнее в случае поиска оригинального названия друдла в отличие от смешного, за исключением связей в затылочных отделах коры правого полушария, однако эти различия не достоверны. Вероятно, когерентные связи в затылочных областях коры правого полушария мозга наиболее функционально вовлечены в инсайтный способ нахождения смешного решения.

В **бета-диапазоне** выраженными оказались связи в передних и в затылочных отделах коры каждого из полушарий мозга, при этом когерентные связи в префронтальной области коры правого полушария более сильные при неинсайтном способе решения, а в случае нахождения смешного решения эти различия достоверны ($p < 0,05$) (рисунок 4).

При сравнении инсайтного способа решения когерентные связи в задних отделах, особенно в затылочной области, коры левого полушария более сильные в случае нахождения оригинального решения, а в задних отделах коры правого полушария – в случае смешного решения.

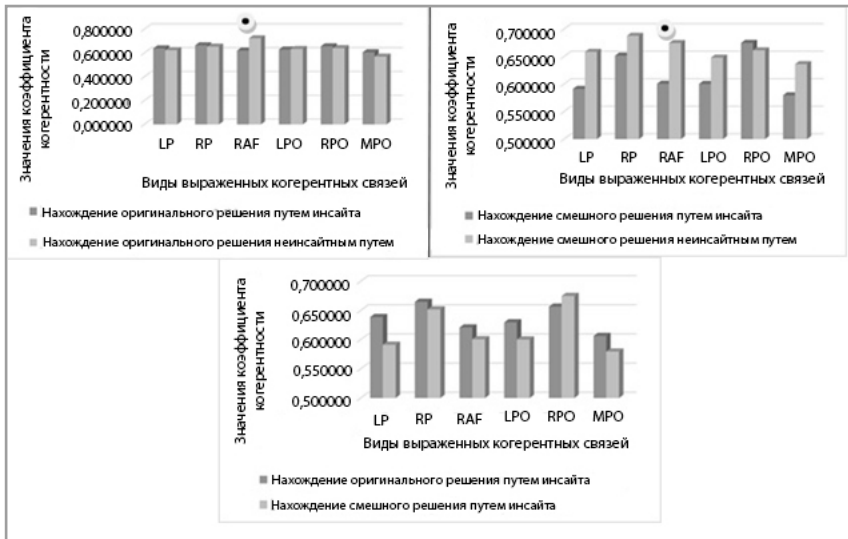


Рисунок 3. Распределение выраженных когерентных связей у участников исследования в альфа-частотном диапазоне при создании оригинального и смешного решений инсайтным и неинсайтным путями

Figure 3. Coherence in the alpha frequency range when finding original and humorous insight and non-insight solutions

Условные обозначения: LP – когерентные связи в задних отделах коры левого полушария; RP – когерентные связи в задних отделах коры правого полушария; RAF – когерентные связи в префронтальных отделах коры правого полушария; LPO – когерентные связи в затылочных отделах коры левого полушария; RPO – когерентные связи в затылочных отделах коры правого полушария; MPO – межполушарные связи в затылочных отделах коры мозга.

• – различия между показателями КК достоверны ($p < 0,05$).

В **гамма-частотном диапазоне** выраженными оказались когерентные связи в задних, особенно в затылочных, отделах коры правого и левого полушарий. Помимо этого, более сильные когерентные связи в префронтальной области коры правого полушария отличают неинсайтный способ нахождения решения от инсайтного, причем в случае нахождения смешного решения эти различия достоверны ($p < 0,05$) (рисунок 5).

Сильные когерентные связи в затылочной области коры левого полушария достоверно отличают инсайтный способ оригинального решения от неинсайтного ($p < 0,05$) (рисунок 5).

Обращает на себя внимание тот факт, что при инсайтном способе решения левополушарные когерентные связи в задних, особенно в затылочных,



областях выражены сильнее при нахождении смешного решения, по сравнению с оригинальным. Что касается правого полушария, то когерентные связи в его заднем отделе более выражены при нахождении оригинального решения, тогда как когерентные связи в его затылочной области более выражены при нахождении смешного решения. Эти различия, вероятно, связаны с тем, что именно затылочные области каждого полушария функционально обеспечивают генерирование юмора, тогда как генерирование оригинального решения функционально связано с задним отделом коры правого полушария головного мозга.

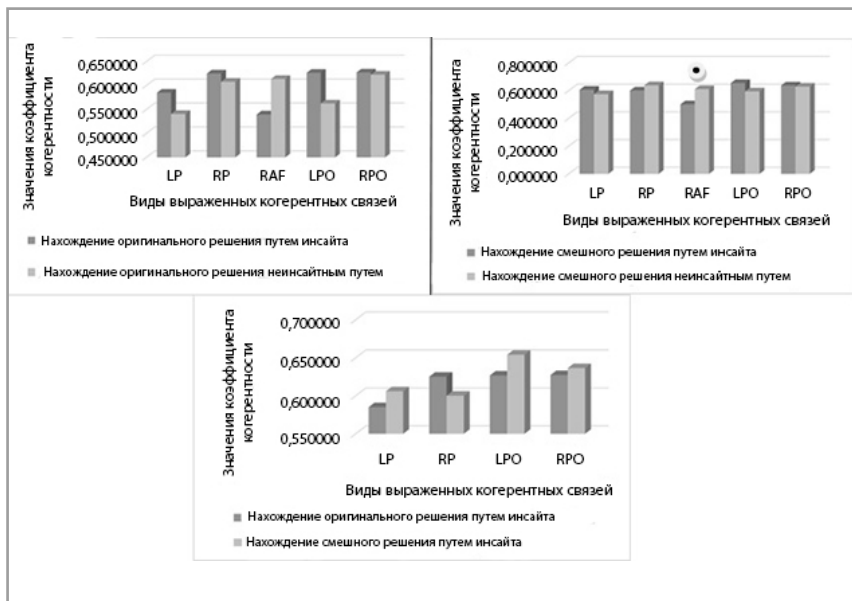


Рисунок 4. Распределение выраженных когерентных связей у участников исследования в бета-частотном диапазоне при создании оригинального и смешного решений инсайтным и неинсайтным путями

Figure 4. Coherence in the beta frequency range when finding original and humorous insight and non-insight solutions

Условные обозначения: LP – когерентные связи в задних отделах коры левого полушария; RP – когерентные связи в задних отделах коры правого полушария; RAF – когерентные связи в префронтальных отделах коры правого полушария; LPO – когерентные связи в затылочных отделах коры левого полушария; RPO – когерентные связи в затылочных отделах коры правого полушария.

● – различия между показателями КК достоверны ($p < 0,05$).

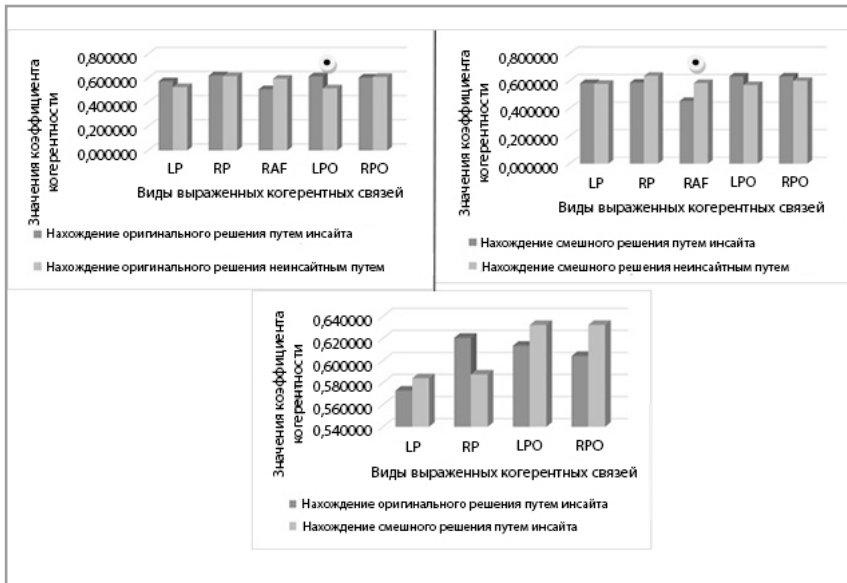


Рисунок 5. Распределение выраженных когерентных связей у участников исследования в гамма-частотном диапазоне при создании оригинального и смешного решений инсайтным и неинсайтным путями

Figure 5. Coherence in the gamma frequency range when finding original and humorous insight and non-insight solutions

Условные обозначения: LP – когерентные связи в задних отделах коры левого полушария; RP – когерентные связи в задних отделах коры правого полушария; RAF – когерентные связи в префронтальных отделах коры правого полушария; LPO – когерентные связи в затылочных отделах коры левого полушария; RPO – когерентные связи в затылочных отделах коры правого полушария.

• – различия между показателями КК достоверны ($p < 0,05$).

Обсуждение результатов

Полученные результаты в определенной степени соответствуют представленным в научной литературе данным о мозговых коррелятах творчества, а также об инсайтном способе выполнения когнитивного задания.

Исследование мозговых коррелятов творческого мышления методом ЭЭГ позволило определить различные вариации организации работы корковых ансамблей в широком диапазоне частот от дельта- до гамма- [1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 22, 23, 24]. Такой разброс в частотах, задействованных в реализации творческой активности, неудивителен, если учитывать, что каждый ритм имеет свое



функциональное значение, а творчество является сложноорганизованной формой работы центральной нервной системы. Если низкочастотные ритмы принято ассоциировать с мотивацией, эмоциями, вниманием [25], то высокочастотные диапазоны связывают с протеканием сложных когнитивных процессов, обеспечивающих объединение в общую картину отдельных стимулов [26].

В нашем исследовании во всех функциональных пробах выявлены выраженные внутри- и межполушарные когерентные связи в передних, преимущественно префронтальных, и задних, преимущественно окципитальных, отделах коры головного мозга, роль которых в процессе творчества неоднократно отмечалась учеными [6, 22, 23, 27, 28]. Чем сложнее поставленная проблема, тем больше для ее творческого решения необходима интеграция различных процессов. Так, задние отделы коры головного мозга задействуются в случае актуализации информации из памяти с целью генерирования оригинальных идей. Активность фронтальных отделов повышается на этапе проверки качества сгенерированных идей и принятия решения о прекращении или продолжении поиска.

Особая роль в функциональной мозговой организации творческой активности отводится альфа-синхронизации [6, 10, 22]. Так, альфа-синхронизация в префронтальных отделах коры мозга во время обработки в рабочей памяти может ограждать обработку информации от вмешательства в когнитивные процессы, пока происходит ее непрерывная обработка [29].

Творческое мышление, безусловно, влечет за собой высокие требования к внутренней обработке информации. Альфа-синхронизация во время нахождения оригинального решения в задних отделах коры мозга, выявленная в нашем исследовании, может отражать состояние повышенной концентрации вовлеченных мозговых сетей. По предположению А. Fink с коллегами, наблюдаемая в проведенном ими исследовании альфа-синхронизация в париетально-окципитальных отделах коры мозга может служить в качестве механизма, ответственного за активное торможение или подавление отвлекающего и мешающего информационного потока от зрительной системы [6].

Как альтернатива, синхронизация активности альфа-ритма может также рассматриваться как функциональный коррелят торможения при решении когнитивных задач [30]. Согласно этому, выявленная нами альфа-синхронизация в окципитальных отделах коры головного мозга может отражать торможение поступления сигналов от зрительной системы, обеспечивая, таким образом, беспрепятственную обработку информации в релевантных решаемым задачам отделах коры мозга (например, во фронтальных).

Данные, полученные в результате изучения корковой активности при решении анаграмм инсайтной стратегией, выявили дезактивацию коры за счет повышения мощности альфа-ритма и активацию заднего отдела коры



правого полушария за счет изменения мощности гамма-активности [24]. Нами же получены схожие результаты при нахождении решения путем инсайта, только мы изучали показатели когерентности ЭЭГ. Полученные нами результаты согласуются с данными исследователей о том, что генерирование оригинальной идеи обеспечивается единой нейронной системой, которая состоит из активированных локальных нейронных групп, в виде мозаики разбросанных по всей поверхности коры со смещением в задние отделы коры мозга, что проявляется в повышении когерентности ЭЭГ в высокочастотных диапазонах.

Выводы

Проведенное исследование позволило сделать следующие выводы:

1. В результате проведенного исследования выделены когерентные связи, выраженные при нахождении оригинального и юмористического решения (на примере друдлов) инсайтным и неинсайтным способами. Это внутри- и межполушарные когерентные связи в передних, преимущественно префронтальных, и в задних, преимущественно окципитальных, отделах коры головного мозга.

2. Во всех исследуемых частотных диапазонах выраженные когерентные связи в префронтальных областях коры правого полушария функционально отличают неинсайтный способ решения от инсайтного.

3. Инсайтное решение от неинсайтного отличают выраженные когерентные связи в затылочной области коры правого полушария во всех исследуемых частотных диапазонах, а также в затылочной области коры левого полушария в высокочастотных диапазонах.

4. Когерентные связи в префронтальной области коры правого полушария и межполушарные связи в затылочных областях коры мозга в низкочастотных диапазонах, а также в задних отделах коры каждого из полушарий мозга во всех исследуемых диапазонах выражены при инсайтном как оригинальном, так и юмористическом решении. На этом основании можно заключить о сходстве этих ЭЭГ-коррелятов творчества и юмора.

5. Различия этих ЭЭГ-коррелятов проявляются в том, что специфичными для генерирования юмора инсайтным способом оказались затылочные области коры мозга правого полушария.

Литература

1. *Бехтерева Н. П.* Магия творчества и психофизиология. Факты, соображения, гипотезы // Когнитивные исследования : Сборник научных трудов / под ред. В. Д. Соловьёва, Т. В. Черниговской. – М. : Изд-во ИП РАН, 2008. – Вып. 2. – С. 9–31.



2. *Дикая Л. А., Дикий И. С.* Творческий мозг. – Ростов н/Д : Изд-во Южного федерального университета, 2015. – 218 с.
3. *Дикая Л. А., Карпова В. В.* Влияние профессиональной художественной подготовки на особенности формирования функциональных связей коры головного мозга при выполнении образной творческой деятельности // Российский психологический журнал. – 2014. – Т. 11, № 4. – С. 80–91.
4. *Dikaya L. A., Dikiy I. S., Skirtach I. A.* Neurophysiological correlates of musical improvisation // International Journal of Psychophysiology. – 2016. – Vol. 108. – P. 158. – DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2016.07.456
5. *Dikiy I. S., Dikaya L. A., Karpova V. V.* Brain Correlates of the Artistic Image Creation by Artists and Actors // International Journal of Psychophysiology. – 2016. – Vol. 108. – P. 131. – DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2016.07.386
6. *Fink A., Benedek M.* EEG alpha power and creative ideation // Neuroscience & Biobehavioral Reviews. – 2014. – Vol. 44. – P. 111–123. – DOI: 10.1016/j.neubiorev.2012.12.002
7. *Limb J. C., Braun A. R.* Neural substrates of spontaneous musical performance: an fMRI study of jazz improvisation // PLoS ONE. – 2008. – Vol. 3, e1679. – DOI: 10.1371/journal.pone.0001679
8. *Liu S., Erkkinen M. G., Healey M. L., Xu Y., Swett K. E., Chow H. M., Braun A. R.* Brain activity and connectivity during poetry composition: toward a multidimensional model of the creative process // Human Brain Mapping. – 2015. – Vol. 36, № 9. – P. 3351–3372. – DOI: 10.1002/hbm.22849
9. *Petsche H.* Approaches to verbal, visual and musical creativity by EEG coherence analysis // International Journal of Psychophysiology. – 1996. – Vol. 24 (2). – P. 145–159. – DOI: 10.1016/S0167-8760(96)00050-5
10. *Starchenko M. G., Kireev M. V., Medvedev S. V.* Brain organization in creative thinking // International Journal of Psychophysiology. – 2014. – Vol. 2, № 94. – P. 160.
11. *Мусийчук М. В.* Коммуникативный механизм юмора через призму иронии как приема остроумия // Гуманитарные науки в Сибири. – 2009. – № 1. – С. 68–72.
12. *Коровкин С. Ю., Никифорова О. С.* Когнитивные и аффективные механизмы юмористической фасилитации решения творческих задач // Экспериментальная психология. – 2014. – Т. 7, № 4. – С. 37–51.
13. *Мусийчук М. В.* Понимание имплицитного смысла как основа креативного механизма юмора // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: философия. – 2007. – Т. 5, Вып. 1. – С. 22–26.
14. *Chan Y. C., Chou T. L., Chen H. C., Yeh Y. C., Lavallee J. P., Liang K. C., Chang K. E.* Towards a neural circuit model of verbal humor processing: An fMRI study of the neural substrates of incongruity detection and resolution // NeuroImage. – 2013. – Vol. 66. – P. 169–176. – DOI: 10.1016/j.neuroimage.2012.10.019



15. *Goel V., Dolan R. J.* The functional anatomy of humor: segregating cognitive and affective components // *Nature neuroscience*. – 2001. – Vol. 4, № 3. – P. 237–238. – DOI: 10.1038/85076
16. *Neely M. N., Walter E., Black J. M., Reiss A. L.* Neural correlates of humor detection and appreciation in children // *Journal of Neuroscience*. – 2012. – Vol. 32, № 5. – P. 1784–1790. – DOI: 10.1523/JNEUROSCI.4172-11.2012
17. *Vrticka P., Black J. M., Reiss A. L.* The neural basis of humour processing // *Nature Reviews Neuroscience*. – 2013. – Vol. 14, № 12. – P. 860–868.
18. *Amir O., Biederman I., Wang Z., Xu X.* Ha Ha! Versus Aha! A direct comparison of humor to nonhumorous insight for determining the neural correlates of mirth // *Cerebral Cortex*. – 2015. – Vol. 25, Issue 5. – P. 1405–1413. – DOI: 10.1093/cercor/bht343
19. *Watson K. K., Matthews B. J., Allman J. M.* Brain activation during sight gags and language-dependent humor // *Cerebral Cortex*. – 2007. – Vol. 17, Issue 2. – P. 314–324. – DOI: 10.1093/cercor/bhj149
20. *Wiecki T. V., Poland J., Frank M. J.* Model-based cognitive neuroscience approaches to computational psychiatry: clustering and classification // *Clinical Psychological Science*. – 2015. – Vol. 3, № 3. – P. 378–399. DOI: 10.1177/2167702614565359
21. *Annett M.* A classification of hand preference by association analysis // *British Journal of Psychology*. – 1970. – Vol. 61, № 3. – P. 303–321.
22. *Разумникова О. М., Вольф Н. В., Тарасова И. В.* Стратегия и результат: половые различия в электрографических коррелятах вербальной и образной креативности // *Физиология человека*. – 2009. – Т. 35, № 3. – С. 31–41.
23. *Arden R., Chavez R. S., Grazioplene R., Jung R. E.* Neuroimaging creativity: a psychometric view // *Behavioural Brain Research*. – 2010. – Vol. 214, Issue 2. – P. 143–156.
24. *Jung-Beeman M., Bowden E. M., Haberman J., Frymiare J. L., Arambel-Liu S., Greenblatt R., Reber P. J., Kounios J.* Neural Activity When People Solve Verbal Problems with Insight // *PLoS Biology*. – 2004. – Vol. 2 (4). – P. 5–10.
25. *Афтанас Л. И.* Эмоциональное пространство человека: психофизиологический анализ. – Новосибирск : Изд-во СО РАМН, 2000. – 126 с.
26. *Von Stein A., Sarnthein J.* Different frequencies for different scales of cortical integration: from local gamma to long range alpha/theta synchronization // *International Journal of Psychophysiology*. – 2000. – Vol. 38, Issue 3. – P. 301–313.
27. *Benedek M., Jauk E., Fink A., Koschutnig K., Reishofer G., Ebner F., Neubauer A. C.* To create or to recall? Neural mechanisms underlying the generation of creative new ideas // *NeuroImage*. – 2014. – Vol. 88. – P. 125–133. – DOI: 10.1016/j.neuroimage.2013.11.021



28. Dietrich A., Kanso R. A review of EEG, ERP, and neuroimaging studies of creativity and insight // *Psychological Bulletin*. – 2010. – V. 136, № 5. – P. 822.
29. Sauseng P., Klimesch W., Doppelmayr M., Pecherstorfer T., Freunberger R., Hanslmayr S. EEG alpha synchronization and functional coupling during top-down processing in a working memory task // *Human Brain Mapping*. – 2005. – Vol. 26. – P. 148–155. – DOI: 10.1002/hbm.20150
30. Klimesch W., Sauseng P., Hanslmayr S. EEG alpha oscillations: The inhibition timing hypothesis // *Brain Research Reviews*. – 2007. – Vol. 53 (1). – P. 63–88.

References

1. Bekhtereva N. P. The magic of creativity and psychophysiology. Facts, considerations, and hypotheses. In: *Kognitivnye issledovaniya* [Cognitive studies]. Moscow, Institute of Psychology, RAS Publ., 2008, V. 2, pp. 9–31.
2. Dikaya L. A., Dikiy I. S. *Tvorcheskii mozg* [The creative brain]. Rostov-on-Don, Southern Federal University Publ., 2015. 218 p.
3. Dikaya L. A., Karpova V. V. The influence of professional artistic training on the brain's functional connectivity when performing imaginative creative activity. *Rossiiskii psikhologicheskii zhurnal – Russian Psychological Journal*, 2014, V. 11, no. 4, pp. 80–91 (in Russian).
4. Dikaya L. A., Dikiy I. S., Skirtach I. A. Neurophysiological correlates of musical improvisation. *International Journal of Psychophysiology*, 2016, V. 108, p. 158. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2016.07.456
5. Dikiy I. S., Dikaya L. A., Karpova V. V. Brain correlates of the artistic image creation by artists and actors. *International Journal of Psychophysiology*, 2016, V. 108, p. 131. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2016.07.386
6. Fink A., Benedek M. EEG alpha power and creative ideation. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2014, V. 44, pp. 111–123. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2012.12.002
7. Limb J. C., Braun A. R. *Neural substrates of spontaneous musical performance: an FMRI study of jazz improvisation*. PLoS ONE, 2008, V. 3, e1679. DOI: 10.1371/journal.pone.0001679
8. Liu S., Erkinen M. G., Healey M. L., Xu Y., Swett K. E., Chow H. M., Braun A. R. Brain activity and connectivity during poetry composition: toward a multidimensional model of the creative process. *Human Brain Mapping*, 2015, V. 36, no. 9, pp. 3351–3372. DOI: 10.1002/hbm.22849
9. Petsche H. Approaches to verbal, visual and musical creativity by EEG coherence analysis. *International Journal of Psychophysiology*, 1996, V. 24 (2), pp. 145–159. DOI: 10.1016/S0167-8760(96)00050-5
10. Starchenko M. G., Kireev M. V., Medvedev S. V. Brain organization in creative thinking. *International Journal of Psychophysiology*, 2014, V. 2, no. 94, p. 160.



11. Musiichuk M.V. The communicative mechanism of humour through the prism of irony as a mode of wittiness. *Gumanitarnye Nauki v Sibiri – Humanitarian Sciences in Siberia*, 2009, no. 1, pp. 68–72 (in Russian).
12. Korovkin S. Yu., Nikiforova O. S. Cognitive and affective mechanisms of humorous facilitation of creative problem solving. *Ekspierimental'naya psikhologiya – Experimental Psychology*, 2014, V. 7, no. 4, pp. 37–51 (in Russian).
13. Musiichuk M.V. Understanding the implicit sense as a basis for creative mechanism of humor. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: filosofiya – Vestnik of Novosibirsk State University. Series: Philosophy*, 2007, V. 5, no. 1, pp. 22–26 (in Russian).
14. Chan Y.C., Chou T.L., Chen H. C., Yeh Y.C., Lavallee J.P., Liang K. C., Chang K.E. Towards a neural circuit model of verbal humor processing: An fMRI study of the neural substrates of incongruity detection and resolution. *NeuroImage*, 2013, V. 66, pp. 169–176. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2012.10.019
15. Goel V., Dolan R. J. The functional anatomy of humor: segregating cognitive and affective components. *Nature neuroscience*, 2001, V. 4, no. 3, pp. 237–238. DOI: 10.1038/85076
16. Neely M. N., Walter E., Black J. M., Reiss A. L. Neural correlates of humor detection and appreciation in children. *Journal of Neuroscience*, 2012, V. 32, no. 5, pp. 1784–1790. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.4172-11.2012
17. Vrticka P., Black J. M., Reiss A. L. The neural basis of humour processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 2013, V. 14, no. 12, pp. 860–868.
18. Amir O., Biederman I., Wang Z., Xu X. Ha Ha! Versus Aha! A direct comparison of humor to nonhumorous insight for determining the neural correlates of mirth. *Cerebral Cortex*, 2015, V. 25, Issue 5, pp. 1405–1413. DOI: 10.1093/cercor/bht343
19. Watson K. K., Matthews B. J., Allman J. M. Brain activation during sight gags and language-dependent humor. *Cerebral Cortex*, 2007, V. 17, Issue 2, pp. 314–324. DOI: 10.1093/cercor/bhj149
20. Wiecki T.V., Poland J., Frank M. J. Model-based cognitive neuroscience approaches to computational psychiatry: clustering and classification. *Clinical Psychological Science*, 2015, V. 3, no. 3, pp. 378–399. DOI: 10.1177/2167702614565359
21. Annett M. A classification of hand preference by association analysis. *British Journal of Psychology*, 1970, V. 61, № 3, pp. 303–321.
22. Razumnikova O. M., Vol'f N. V., Tarasova I.V. Strategy and result: gender differences of electrographic correlates of verbal and imaginative creativity. *Fiziologiya cheloveka – Human Physiology*, 2009, V. 35, no. 3, pp. 31–41 (in Russian).
23. Arden R., Chavez R. S., Grazioplene R., Jung R. E. Neuroimaging creativity: a psychometric view. *Behavioural Brain Research*, 2010, V. 214, Issue 2, pp. 143–156.



24. Jung-Beeman M., Bowden E. M., Haberman J., Frymiare J. L., Arambel-Liu S., Greenblatt R., Reber P. J., Kounios J. Neural activity when people solve verbal problems with insight. *PLoS Biology*, 2004, V. 2 (4), pp. 5–10.
25. Aftanas L. I. *Emotsional'noe prostranstvo cheloveka: psikhofiziologicheskii analiz* [A man's emotional space: a psychophysiological analysis]. Novosibirsk SO RAMN Publ., 2000. 126 p.
26. Von Stein A., Sarnthein J. Different frequencies for different scales of cortical integration: from local gamma to long range alpha/theta synchronization. *International Journal of Psychophysiology*, 2000, V. 38, Issue 3, pp. 301–313.
27. Benedek M., Jauk E., Fink A., Koschutnig K., Reishofer G., Ebner F., Neubauer A. C. To create or to recall? Neural mechanisms underlying the generation of creative new ideas. *NeuroImage*, 2014, V. 88, pp. 125–133. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2013.11.021
28. Dietrich A., Kanso R. A review of EEG, ERP, and neuroimaging studies of creativity and insight. *Psychological Bulletin*, 2010, V. 136, no. 5, p. 822.
29. Sauseng P., Klimesch W., Doppelmayr M., Pecherstorfer T., Freunberger R., Hanslmayr S. EEG alpha synchronization and functional coupling during top-down processing in a working memory task. *Human Brain Mapping*, 2005, V. 26, pp. 148–155. DOI: 10.1002/hbm.20150
30. Klimesch W., Sauseng P., Hanslmayr S. EEG alpha oscillations: The inhibition timing hypothesis. *Brain Research Reviews*, 2007, V. 53 (1), pp. 63–88.