

**ЧАСТОТНО-ПРОСТРАНСТВЕННАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ БИОПОТЕНЦИАЛОВ
КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА У МУЗЫКАНТОВ
ПРИ СОЗДАНИИ ИМПРОВИЗАЦИЙ
РАЗЛИЧНОГО КАЧЕСТВА**

**Скиртач И. А.
Дикая Л. А.**

*Исследование проведено при финансовой поддержке
Министерства образования и науки РФ (проект № 25.2141.2014/К)*

В статье обоснована актуальность исследования музыкальной импровизации и необходимость изучения частотно-пространственной организации биопотенциалов коры мозга во время импровизации, т. к. это позволяет приблизиться к пониманию особенностей функционирования мозга во время творческого процесса. Показано, что музыкальная импровизация является одной из форм музыкального творчества.

Описаны методика и процедура проведения эмпирического исследования. В исследовании приняли участие музыканты в количестве 136 человек в возрасте от 19 до 36 лет, из них 102 мужчины и 34 женщины. Испытуемым предлагали прослушать музыкальные гармонии, мысленно воспроизвести каждую из них, а затем создать импровизацию на их основе. При этом испытуемые мотивировались на создание импровизации наивысшего качества. Эксперты оценивали созданные импровизации, и на основе этого музыканты были распределены на 3 группы в зависимости от качества импровизации по критериям «творческой наполненности». Для изучения силы и характера распределения когерентных связей коры мозга во время выполнения музыкальной творческой деятельности у участников исследования использовался метод ЭЭГ.

В работе представлены результаты исследования характера распределения когерентных связей коры мозга у музыкантов при выполнении профессионально-специфичной музыкальной деятельности. Выявлены различия в характере корковых взаимодействий у испытуемых в процессе импровизации, в зависимости от качества созданной мелодии по критериям «творческой наполненности». Показано существенное значение активности задних отделов коры мозга обоих полушарий. Отмечено, что с повышением качества созданной импровизации возрастает роль левого полушария. Выявлено, что создание наиболее качественной импровизации характеризуется наличием сильных когерентных связей по диагональному профилю в высокочастотных диапазонах.

Ключевые слова: *творчество, «творческая наполненность», музыкальная импровизация, музыкальная гармония, ЭЭГ, когерентность, частотный диапазон, межполушарная асимметрия.*

Несомненно, изучение творчества является задачей значимой, особенно в контексте решения комплекса практических задач, которые обусловлены высоким темпом развития любой сферы человеческой деятельности. Растет потребность в повышении творческого потенциала работников. Для этого необходимо рационализировать отбор кадров, создавать наиболее благоприятную мотивацию творческой деятельности, отыскивать средства, стимулирующие успешное протекание творческого акта, учиться оптимизировать деятельность целых коллективов.

Не оставляют без внимания данное направление исследований и психофизиологи, однако данные, полученные в последние годы, весьма противоречивы [1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 18], что обусловлено отсутствием единого методологического подхода и сложностью самого феномена творческой активности. В связи с этим вопрос о мозговых коррелятах творчества остается открытым. Особую ценность представляет изучение внутренне мотивированного творческого процесса. К таковым можно отнести музыкальное творчество.

Е. В. Назайкинский выделяет две разновидности музыкального творческого процесса. В первом случае творческий процесс стимулируется собственным замыслом, вдохновением, влечением, внутренней потребностью, во втором случае творческий процесс детерминирован внешним стимулом – заказом, однако нельзя отрицать возможность сочетания этих форм. В последнем случае творческий процесс характеризуется тем, что первичная творческая установка развивается во время импровизации. «Импровизационный» творческий процесс не является бессистемным, в нем также есть стадии формирования замысла и его воплощения (реализации), но они характеризуются большей спонтанностью в раскрытии музыкального образа [6]. Музыкальная импровизация – одна из форм продуктивной художественной деятельности, в результате которой появляется новое произведение. В основе этой деятельности лежит творческое музыкальное мышление, которое реализуется («опредмечивается») посредством музыкального языка.

Вопрос импровизации и ее мозговых коррелятов все больше привлекает интерес зарубежных психофизиологов [11, 16, 17].

Следует отметить, что процесс импровизации в широком смысле участвует во многих аспектах человеческого поведения, помимо тех, что связаны с музыкальной сферой, способность к импровизации является ключевым моментом адаптации человека к меняющимся условиям, слагаемым возможности решения проблем, и поэтому исследование психофизиологических основ данного явления можно считать значимой и приоритетной задачей.

Целью исследования стало изучение особенностей частотно-пространственной организации биоэлектрических потенциалов коры головного мозга у музыкантов при создании импровизаций различного качества по критериям «творческой наполненности».

В исследовании приняли участие 136 музыкантов, из них 102 мужчины и 34 женщины в возрасте от 19 до 36 лет с нормальным зрением и слухом, без неврологических, психических и соматических расстройств. Все они были практикующими музыкантами, имеющими обширный опыт творческой музыкальной деятельности, в том числе и опыт сочинения музыки.

Процедура данного исследования включала следующие функциональные пробы: без элементов творческой деятельности («восприятие музыкальной гармонии» и «воспроизведение музыкальной гармонии») и творческие («импровизация»). В начале каждого исследования 1 минуту регистрировали ЭЭГ, когда испытуемый пребывал в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами, при отсутствии звуковых и зрительных стимулов. Эти данные рассматривались как фоновые. Также ЭЭГ регистрировалась во время проведения каждой из функциональных проб. Далее участнику исследования с помощью наушников предъявляли гармонию. После испытуемый должен был воспроизвести про себя услышанную гармонию. Затем перед испытуемым ставилась задача создать наиболее оригинальную импровизацию в голове (без использования инструмента) на услышанную гармонию. В заключение участнику исследования предоставлялась возможность записать

созданную импровизацию в нотах или воспроизвести ее вслух.

Участникам сообщалось, что качество созданных ими импровизаций будет оценено экспертами по критериям «творческой наполненности» – новизны, логичности, стиля – для определения победителя, который в качестве поощрения получит возможность записи на профессиональной студии любой своей композиции. Таким способом у участников исследования формировалась внутренняя мотивация к созданию импровизации, отличающейся высоким уровнем новизны, логичности, стиля.

В нашем исследовании особое значение имело изучение внутренне мотивированного творческого процесса, поэтому важным было предварительно оценить доминирующие потребности испытуемых и выявить наличие мотива к творческой деятельности (использован метод парных сравнений В. В. Скворцова для диагностики степени удовлетворенности основных потребностей). Одно из главных отличий творца – это не просто отсутствие страха перед проблемной ситуацией, а стремление к ней, стремление к поиску, к разрешению проблемных ситуаций в сочетании со способностью использовать в своих интересах нестабильность и неоднозначность ситуации. Люди с низким творческим потенциалом в ситуации с высокой степенью неопределенности (проблемные ситуации), в которых и активизируется поисковая активность, могут испытывать дискомфорт [8]. И их мотивация реализовать поисковую активность может быть снижена. Вот почему, исследуя творчество, важно также оценить творческий потенциал посредством определения уровня креативности потенциального творца. Кроме того, уровень мотивации важен для того, насколько сильно человек будет вкладываться в выполнение предложенной задачи. Поэтому в нашем исследовании предлагалась внешняя стимуляция мотивации к наиболее качественному решению творческой задачи.

Для оценки качественной составляющей созданных музыкантами импровизаций применялся метод экспертной оценки. Оценка проводилась экспертной комиссией (3 преподавателя Ростовской государственной консерватории им. С. В. Рахманинова) с точки зрения критериев творчества, предложенных

S. P. Besemer: новизна (оригинальность), разрешимость (логичность), стиль (искусность). Выставлялась оценка по пятибалльной шкале, решение принималось коллективно, в процессе дискуссии приходили к общему мнению по вопросу оценки каждой мелодии, при этом необходимым и обязательным условием было соответствие созданной мелодии заданной в эксперименте гармонии.

При использовании метода ЭЭГ запись электроэнцефалограммы проводилась по международному стандарту установки электродов по системе «10–20 %» в диапазоне частот 0,5–35 Гц от 21 электрода (Fpz, Fz, Cz, Pz, Oz, Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, T3, T4, T5, T6, P3, P4, O1, O2), установленных по монополярной схеме с ипсилатеральными ушными референтами. Одновременно производилась запись вертикальной и горизонтальной электроокулограммы для устранения мышечных артефактов при движении глаз, а также были установлены полиграфические каналы ЭМГ, ЭКГ, КГР с целью подавления артефактов. Эпоха анализа составляла 10 секунд. Анализировали свободные от артефактов эпохи ЭЭГ. Начало выполнения задания фиксировалось с момента 1 – нажатие испытуемым на кнопку мыши (готов приступить к выполнению) до момента 2 – нажатие испытуемым на кнопку мыши (завершил выполнение). Для фрагментов записи ЭЭГ каждой из проб проводился когерентный анализ. Рассматривали следующие частотные диапазоны: дельта (0,5–4,0 Гц), тета (4,0–8,0 Гц), альфа (8,0–13,0 Гц), бета1 (13,0–24,0 Гц) и бета2 (24,0–35,0 Гц). Когерентная связь рассматривалась как значимая, если ее значение не было ниже 0,7. Для статистической обработки данных применялся многофакторный дисперсионный анализ ANOVA/MANOVA. Обработка осуществлялась при помощи пакета компьютерных программ Statistica 12.0.

После того, как созданные испытуемыми музыкальные отрывки были записаны и отрецензированы экспертам по пятибалльной шкале, всех музыкантов разделили на 3 группы, результаты которых соответствовали оценкам «3», «4», «5» (оценки «2» и «1» поставлены не были).

Результаты распределились следующим образом: 54 испытуемых получили оценку «3»

(40 %), 48 испытуемых получили оценку «4» (35 %), 34 испытуемых получили оценку «5» (25 %).

Проведение сравнительного анализа, характерного для пробы «создание импровизации» характера распределения когерентных связей в сравнении с показателями в фоновой пробе, а также функциональных пробах восприятия и воспроизведения для групп музыкантов, получивших различные оценки созданной ими мелодии, позволило выделить показатели когерентности, характерные для каждой из групп ($p \leq 0,05$).

В результате анализа показателей когерентности в группе «3» мы видим увеличение значений когерентности между областями коры мозга как в правом, так и в левом полушарии, в основном в виде короткодистантных внутрислоушарных связей в лобных и затылочных областях: дельта (Fp1–Fpz, F4–F8, O1–Oz, O2–T6), тета (Fp2–Fpz, Fp1–F3, F7–F3, F4–F8, P4–T6, T3–O1, Oz–O2), альфа (Fp1–Fpz, Fp2–Fpz, Fp2–F4), бета1 (Fp2–F8, T3–T5, T4–T6, Oz–O2), однако для данной группы характерно появление большего числа межполушарных связей между гомологичными отведениями в передне-лобных областях в дельта, альфа и бета1 диапазонах,

Fp2–Fpz, T4–T6, Oz–O1, Oz–O2), бета1 (Fp1–Fpz, Fp2–Fpz, Fp1–F7, Fz–F4, F4–F8, Oz–P4). В низкочастотном дельта диапазоне появляются межполушарные когерентные связи между гомологичными областями также в передних и задних зонах коры мозга (Fp2–Fp1, O1–O2). Длиннодистантные межполушарные связи характерны для высокочастотного бета1 диапазона (Fp2–O1) ($p \leq 0,05$) (рисунок 1).

Что касается результатов анализа показателей когерентности в группе «4», то следует отметить, как и в предыдущей группе, большое количество высококогерентных внутрислоушарных короткодистантных связей: дельта (Fp2–Fp1, Oz–O2, O1–Oz, O2–T6), тета (Fp2–Fpz, Fp1–F3, F7–F3, F4–F8, P4–T6, T3–O1, Oz–O2), альфа (Fp1–Fpz, Fp2–Fpz, Fp2–F4), бета1 (Fp2–F8, T3–T5, T4–T6, Oz–O2), однако для данной группы характерно появление большего числа межполушарных связей между гомологичными отведениями в передне-лобных областях в дельта, альфа и бета1 диапазонах,

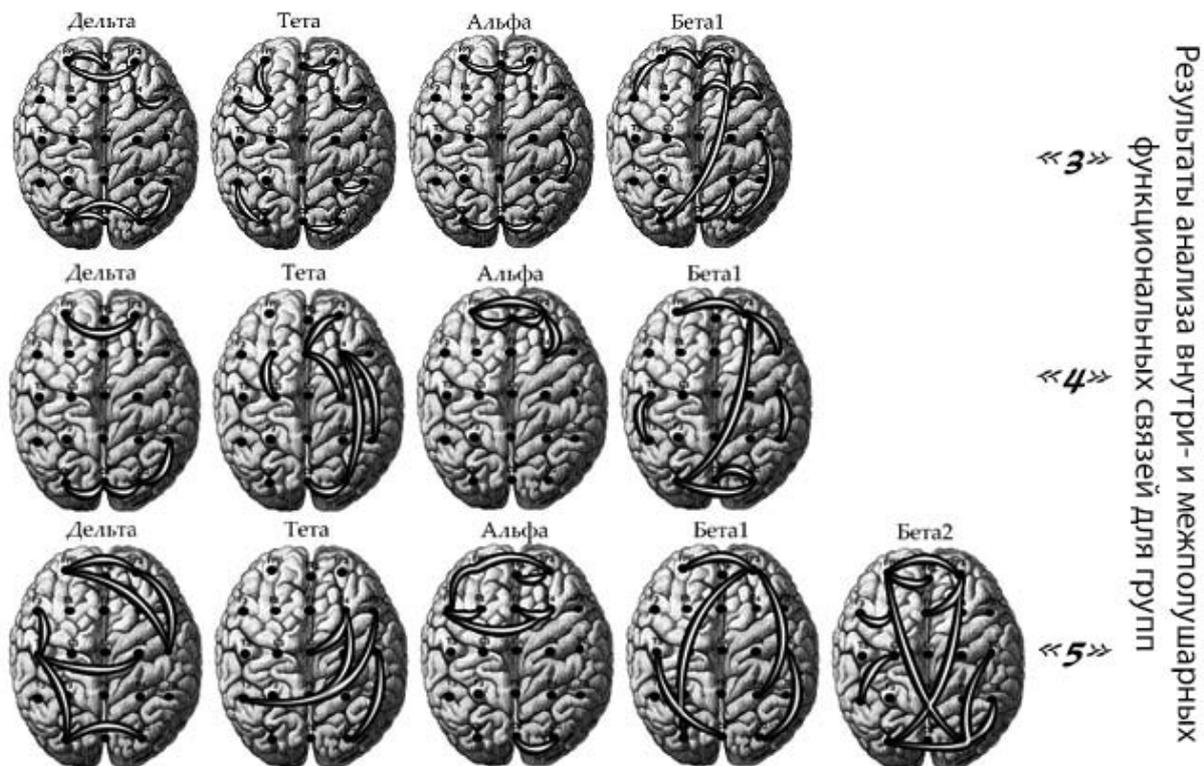


Рисунок 1. Распределение когерентных связей у музыкантов из групп «3», «4», «5» в процессе создания импровизации, в отличие от выполнения задач без элементов творческой деятельности ($p \leq 0,05$)

а также затылочной области бета1 (O1–O2, Fp1–Fp2) ($p \leq 0,05$). Сильные длиннодистантные внутрислоушарные связи представлены в диапазоне тета (F4–T6, F4–O2), и межполушарные – в бета1 между передними и задними областями коры мозга (Fpz–O1) ($p \leq 0,05$).

Изучение характера распределения когерентных связей в группе «5» позволило отметить, что характерным является увеличение количества как внутрислоушарных, так и межполушарных длиннодистантных связей во всех представленных диапазонах с преобладанием последних: дельта (Fp1–Fp2, Fp2–T4, Fp1–T4, T3–C4, T3–O1, O1–O2), тета (F8–T5, F4–Pz, T4–O2), альфа (Fp2–Fp1, F7–F4), бета1 (Fp2–Fp1, Fp2–P4, Fp2–O1, T4–O2, T3–Oz) ($p \leq 0,05$). При этом наибольшая концентрация высококогерентных связей приходится на высокочастотный диапазон бета2 (Fp1–Fpz, Fp2–Fz, Fp2–Fp1, F3–F7, Fp1–O2, Fp2–O1, T5–C3, T4–O2, T6–O2, O1–O2) ($p \leq 0,05$). Для процесса импровизации в группе «5» специфическим является наличие длиннодистантных когерентных связей между лобными отделами и затылком. Что объяснимо, т. к. оригинальное решение сложной проблемы требует интеграции разных процессов, начиная с генерации разнообразных идей на основе селекции информации (эти функции выполняют задние отделы головного мозга) с последующей (или параллельной) фокусировкой на каждой идее и анализом ее качества для заключения о продолжении поиска или принятия окончательного решения поставленной задачи (функции лобных отделов мозга) [7].

В нашем исследовании в группе «5» выявлены положительные корреляционные связи при создании импровизации в сравнении с другими видами музыкальной деятельности по диагональному профилю (левая лобная зона и правая затылочная), что согласуется с представлениями об «оси творчества» [9] и свидетельствует о билатеральной репрезентативности ментального воображения.

Анализ полученных данных позволяет отметить нарастающую роль межполушарного взаимодействия от группы к группе в связи с повышением качества созданной мелодии, а также усиление роли высокочастотных диапазонов в процессе создания импровизации.

Выводы:

1. Различия в частотно-пространственной организации биопотенциалов коры головного мозга у музыкантов при создании импровизаций различного качества по критериям «творческой наполненности» определяются степенью активации вовлеченных в творческий процесс отделов коры.

2. Выявлена тенденция к повышению активности задних отделов коры мозга обоих полушарий при доминировании левополушарной активности в процессе создания импровизации по мере повышения ее качества.

3. Показано, что повышение качества импровизации по критериям новизны (оригинальности), разрешимости (логичности) и стиля (искусности) отражается в повышении силы межполушарных длиннодистантных когерентных связей. Создание импровизаций наиболее высокого качества на нейрофизиологическом уровне отражается в функционировании в высокочастотных диапазонах сильных когерентных связей по диагональному профилю (левая лобная зона и правая затылочная), что согласуется с представлениями об «оси творчества».

ЛИТЕРАТУРА

1. Бехтерева Н. П., Нагорнова Ж. В. Динамика когерентности ЭЭГ при выполнении заданий на невербальную (образную) креативность // Физиология человека. – 2007. – Т. 33. – № 5. – С. 5–13.
2. Денисова (Скиртач) И. А. Психофизиологический взгляд на творчество. Мозговые корреляты музыкального творчества // Вестник ЛГУ им. А. С. Пушкина. – 2010. – Т. 5. Психология. – № 4. – С. 99–108.
3. Денисова (Скиртач) И. А. Частотно-пространственное распределение биоэлектрической активности коры мозга при музыкальной творческой деятельности у музыкантов // Российский психологический журнал. – 2011. – Т. 8. – № 5. – С. 67–72.
4. Дикая Л. А. Современная психофизиология и мозговые механизмы творчества // Российский психологический журнал. – 2008. – Т. 5. – № 4. – С. 65–70.
5. Нагорнова Ж. В., Шемякина Н. В. Различия активации зрительных и ассоциативных зон коры при образной и вербальной дея-

- тельности // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 2014. – Т. 100. – № 4. – С. 418–432.
6. Назайкинский Е. В. О психологии музыкального восприятия. – М.: Музыка, 1972. – 381 с.
 7. 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.
 8. Савенков А. И. Психология творчества // Вестник МГПУ. Серия «Педагогика и психология». – 2009. – № 2 (8). – С. 46–63.
 9. Свидерская Н. Е., Таратынова Г. В., Кожедуб Р. Г. ЭЭГ-корреляты изменения стратегии переработки информации при зрительном воображении // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. – 2005. – Т. 55. – № 5. – С. 624–632.
 10. Скуртач И. А., Дикая Л. А. Частотно-пространственная организация активности коры мозга у музыкантов с различными стратегиями сочинения музыки во время музыкальной импровизации // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Общественные науки. – 2014. – № 4. – С. 101–106.
 11. Barrett F. J. Coda–creativity and improvisation in jazz and organizations: Implications for organizational learning // Organization science. – 1998. – V. 9. – no. 5. – pp. 605–622.
 12. Carlsson I., Wendt P. E., Risberg J. On the neurobiology of creativity. Differences in frontal activity between high and low creative subjects // Neuropsychologia. – 2000. – 38 (6). – pp. 873–885.
 13. Fink A. Enhancing creativity by means of cognitive stimulation: Evidence from an fMRI study // NeuroImage. – 2010. – V. 52. – pp. 1687–1695.
 14. Hinrichs H., Mashleidt W. Basic emotions reflected in EEG-coherences // Int. J. Psychophysiology. – 1992. – V. 13.
 15. Jung-Beeman M., Bowden E. M., Haberman J., Frymiare J. L. et al. Neural activity when people solve verbal problems with insight // PLoS Biology. – 2004. – no. 4. – pp. 0500–0510.
 16. Limb C. J., Braun A. R. Neural substrates of spontaneous musical performance: An fMRI study of jazz improvisation // PLoS One. – 2008. – V. 3. – no. 2. – P. 1679.
 17. Liu S., Chow H. M., Xu Y., Erkinen M. G., Swett K. E., Eagle M. W.,... & Braun A. R. Neural correlates of lyrical improvisation: an fMRI study of freestyle rap // Scientific reports. – 2012. – V. 2.
 18. Martindale C. Biological basic of creativity. Handbook of creativity. – Cambridge: Cambridge University Press, 1999. – pp. 137–153.