

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643220>

EDN: IFZNED



Связь биофилии и самооценки эмоционального состояния при восприятии природных и урбанистических ландшафтов с организацией биоэлектрической активности головного мозга

О.М. Разумникова

Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о снижении стресса и улучшении эмоционального состояния при восприятии природной среды, что сопровождается снижением активации коры головного мозга. Городская среда вызывает противоположный эффект. Однако остаётся неясным, какие ритмы электроэнцефалограммы и какие регионы мозга вовлекаются в механизмы релаксации и причины их индивидуального разнообразия.

Цель. Выяснение связи биофилии и самооценки эмоционального состояния при восприятии природных и урбанистических ландшафтов с организацией биоэлектрической активности головного мозга.

Материалы и методы. В самооценке биофилии и эмоциональной реакции (валентности, возбуждения, амплитуды) после просмотра специально созданных фильмов, представляющих природный или урбанистический ландшафт городской среды, принимали участие 83 студента технического университета в возрасте $20,0 \pm 1,5$ года; с регистрацией 19-канальной электроэнцефалограммы — 37 человек. Психометрические показатели биофилии и самооценки эмоций, вызванных просмотром этих фильмов, сопоставляли с частотно-пространственной организацией активности коры в семи частотных диапазонах.

Результаты. Обнаружена положительная связь биофилии с самооценкой возбуждения, вызванного как природным, так и урбанистическим ландшафтом ($0,41 < R_s < 0,51$ при $0,01 < p < 0,05$ по критерию Спирмена). При этом восприятие природного ландшафта вызывало положительные эмоции, тогда как урбанистического — отрицательные. Положительная связь показателя возбуждения в ситуации просмотра природного ландшафта была представлена в низкочастотных дельта- и тета-диапазонах электроэнцефалограммы в фоновом состоянии и при просмотре фильмов ($0,40 < R_s < 0,72$ при $0,005 < p < 0,05$). Просмотр природного ландшафта характеризовался ассоциацией показателей возбуждения/валентности и альфа-/бета-ритмов, регионарно сгруппированных в лобной и височно-теменной областях коры с доминированием левого полушария, тогда как при просмотре урбанистического ландшафта более выражена активность правого полушария. Связь с психометрической самооценкой биофилии отмечена в фоне на частотах альфа и гамма.

Заключение. Просмотр фильма, содержащего кадры природного ландшафта, вызывает положительное эмоциональное состояние, тогда как городская среда — негативную оценку. Психометрические показатели биофилии и самооценки эмоций отражаются в фоновой «преднастройке» активности мозга с усилением эффекта релаксации после просмотра природного ландшафта и его ослаблением после восприятия урбанистических стимулов. Выявленные на электроэнцефалограмме паттерны коррелятов самооценки эмоционального состояния указывают на относительно большее вовлечение реактивности левого полушария, связанного с восприятием природной среды, а правого — техногенной.

Ключевые слова: биофилия; самооценка эмоций; восприятие; природный и урбанистический ландшафт; активность головного мозга; ритмы электроэнцефалограммы; полушарная асимметрия.

Как цитировать:

Разумникова О.М. Связь биофилии и самооценки эмоционального состояния при восприятии природных и урбанистических ландшафтов с организацией биоэлектрической активности головного мозга // Экология человека. 2024. Т. 31, № 8. С. 575–585. DOI: 10.17816/humeco643220 EDN: IFZNED

Рукопись поступила: 19.12.2024

Рукопись одобрена: 30.01.2025

Опубликована online: 14.02.2025

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643220>

EDN: IFZNED

Association between biophilia, self-perceived emotional state, and brain bioelectrical activity during the perception of natural and urban landscapes

Olga M. Razumnikova

Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Numerous studies suggest that exposure to natural environments reduces stress and enhances emotional well-being, often accompanied by decreased cortical activation. In contrast, urban environments produce the opposite effect. However, the specific electroencephalographic (EEG) rhythms and brain regions involved in relaxation mechanisms, as well as the factors contributing to individual differences in these responses, remain unclear.

AIM: To examine the relationship between biophilia, self-reported emotional state, and brain bioelectrical activity during the perception of natural and urban landscapes.

MATERIALS AND METHODS: The study involved 83 university students (mean age 20.0 ± 1.5 years) who assessed their biophilia and emotional response (valence, arousal, and amplitude) after watching custom-made films depicting either natural or urban landscapes. EEG recordings (19-channel) were obtained from 37 participants. Psychometric assessments of biophilia and emotional self-perception were analyzed in relation to EEG frequency-spatial activity across seven spectral bands.

RESULTS: A significant positive correlation was observed between biophilia scores and self-reported arousal in response to both natural and urban landscapes ($0.41 < R_s < 0.51$, $0.01 < p < 0.05$, Spearman's test). Natural landscapes elicited positive emotions, whereas urban environments induced negative emotional responses. A positive correlation of arousal levels during natural landscape perception was observed in low-frequency delta and theta EEG bands, both in the baseline state and during film viewing ($0.40 < R_s < 0.72$, $0.005 < p < 0.05$). The perception of natural landscapes was associated with arousal/valence modulation in alpha and beta rhythms, primarily localized in the frontal and temporoparietal regions, with a left-hemisphere dominance. In contrast, urban landscapes exhibited greater right-hemisphere activation. The correlation with psychometric self-assessment of biophilia was observed in baseline EEG alpha and gamma frequencies.

CONCLUSION: Watching natural landscapes induces positive emotional states, whereas urban environments trigger negative emotional responses. Psychometric biophilia scores and emotional self-assessments are reflected in baseline brain activity patterns, with enhanced relaxation effects following exposure to natural landscapes and attenuated effects after urban stimulus exposure. EEG correlates of emotional self-assessment indicate predominant left-hemisphere engagement in natural landscape perception, whereas urban landscapes are associated with greater right-hemisphere activation.

Keywords: biophilia; self-perceived emotions; perception; natural and urban landscapes; brain activity; EEG rhythms; hemispheric asymmetry.

To cite this article:

Razumnikova OM. Association between biophilia, self-perceived emotional state, and brain bioelectrical activity during the perception of natural and urban landscapes. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(8):575–585. DOI: 10.17816/humeco643220 EDN: IFZNED

Received: 19.12.2024

Accepted: 30.01.2025

Published online: 14.02.2025

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643220>

EDN: IFZNED

生物亲和性与大脑生物电活动对自然与城市景观感知时的情绪自评之间的关系

Olga M. Razumnikova

Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

摘要

论证。众多研究表明，自然环境的感知可降低压力并改善情绪状态，同时伴随大脑皮层激活水平的降低，而城市环境则产生相反的效果。然而，目前尚不清楚哪些脑电图节律及脑区参与放松机制，以及其个体差异的成因。

目的。研究生物亲和性 (biophilia) 与个体在感知自然和城市景观时情绪自评之间的关系，以及大脑生物电活动的组织模式。

材料与方法。研究涉及83名技术大学学生 (平均年龄 20.0 ± 1.5 岁)，他们观看了专门制作的自然或城市景观影片，并对其生物亲和性及情绪反应 (愉悦度、唤醒度、振幅) 进行自评。其中，37名受试者进行了19通道脑电图记录。研究将心理测量学指标 (生物亲和性及观影引发的情绪自评) 与皮层活动在七种频率范围内的频率-空间结构进行比较。

结果。发现生物亲和性与自然及城市景观引发的唤醒度呈正相关 ($0.41 < R_s < 0.51$, $0.01 < p < 0.05$, Spearman相关)。其中，自然景观引发正面情绪，而城市景观则引发负面情绪。观看自然景观时，唤醒度指标在基线状态及观影时均与低频 δ 波和 θ 波频段呈正相关 ($0.40 < R_s < 0.72$, $0.005 < p < 0.05$)。观看自然景观的过程中，唤醒度/愉悦度与 α 波/ β 波节律存在关联，这种区域性分布主要集中在额叶和颞-顶叶皮层，并以左半球占优势，而观看城市景观时，则表现出更强的右半球激活。生物亲和性的心理测量学指标在基线状态下与 α 波和 γ 波的活动相关。

结论。观看自然景观视频可诱发积极的情绪状态，而城市环境则带来负面评价。生物亲和性及情绪自评的心理测量学指标体现在大脑活动的“基础状态”中，并在观看自然景观后增强放松效果，而在接受城市刺激后削弱放松效应。脑电图所揭示的情绪自评神经相关模式表明，自然环境的感知更倾向于激活左半球，而人工环境的感知则更多涉及右半球。

关键词：生物亲和性；情绪自评；感知；自然与城市景观；大脑活动；脑电图节律；半球不对称性。

引用本文：

Razumnikova OM. 生物亲和性与大脑生物电活动对自然与城市景观感知时的情绪自评之间的关系. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(8):575–585. DOI: 10.17816/humeco643220 EDN: IFZNED

收到: 19.12.2024

接受: 30.01.2025

发布日期: 14.02.2025

ОБОСНОВАНИЕ

Биопсихосоциальная модель поддержания здоровья отражает представления о том, что психосоциальные переменные являются детерминантами восприимчивости, тяжести и течения болезни, в том числе субъективного принятия роли больного, информированности и эмоционального состояния каждого пациента [1, 2]. В самооценку качества жизни и осознание симптомов нарушения здоровья значительный вклад вносят такие психологические переменные, как эффективность регуляции эмоционального состояния и стрессоустойчивость [3–6]. Показано, что способность регулировать свои негативные эмоции за счёт переключения фокуса внимания и использования адаптивных стратегий переоценки, принятия или решения проблем приводит к улучшению психического и физического здоровья, а использование эффективных стратегий усиления положительных эмоций — к удовлетворённости жизнью и снижению воспринимаемого стресса. Причём улучшение здоровья за счёт переживания положительных эмоций в большей степени проявляется при низкой эффективности регуляции негативных эмоций [6]. Для определения способностей к эмоциональной регуляции используются как психометрические, так и нейрофизиологические подходы, например, показатели эмоционального интеллекта или объёма серого вещества в миндалевидном теле [3, 5].

Усиление положительных эмоций, удовлетворение жизнью и улучшение здоровья, а также снижение стресса и тревожности отмечено при восприятии природной среды [7–11]. Связь с природой рассматривается как психологическая характеристика, которая стимулирует наслаждение от взаимодействия с природой и сопутствует лучшему состоянию здоровья [7]. Она зависит от социально-демографических факторов: более выраженный эффект отмечен у женщин и пожилых людей. Обнаружена положительная связь между самооценкой связи с природой и субъективным счастьем [10]. Метаанализ публикаций, посвящённых влиянию зелёных зон на человека, показал устойчивый эффект снижения депрессивных симптомов, однако относительно сердечно-сосудистого здоровья, астмы или аллергии сделано заключение о неоднозначности полученных результатов [8]. Предлагается в дальнейших исследованиях включать информацию не только о конкретных видах природной среды, но и о личностных особенностях её восприятия, которые могут оказывать влияние на устойчивость доказательств, в том числе при использовании виртуальной природной среды и оценке физиологического и психологического восстановления человека. В качестве таких факторов рассматриваются, например, возраст, пол или самооценка биофилии, которая, в свою очередь, связана с такой личностной чертой как доброжелательность [7, 12–17]. Отмечается, что городская зелень полезна для женщин, она снижает риск инсультов

и сердечно-сосудистых заболеваний, за исключением гипертонии, а мужчин защищает от смертности, связанной с этими заболеваниями [15]. Зелёные насаждения рассматриваются и как ресурс психического здоровья детей [17]. С учётом разнообразия индивидуального восприятия природы для дальнейшего анализа связи эмоций и биофилии предлагается комбинированное изучение показателей положительного и отрицательного воздействия [16].

Для анализа изменений эмоционального состояния при погружении в природную среду, наряду с самооценкой, используют нейрофизиологические методы регистрации активности мозга или реактивности сердечно-сосудистой системы [13, 18–20]. Так, с использованием регистрации электроэнцефалограммы (ЭЭГ) эффект релаксации согласно росту альфа-ритма отмечен под воздействием природной среды, предъявленной в условиях имитированного ландшафта [21–23]. В отличие от этих данных, изменения активности мозга при снижении самооценки негативных эмоций, вызванные просмотром естественных изображений в сравнении с городскими фотографиями, были выявлены только в дельта-диапазоне [24]. Обнаруженное уменьшение показателя функциональной связности на этой частоте в инсуле и передней цингулярной коре левого полушария рассматривается авторами как отражение деятельности функциональной сети дистресса. Не только эмоциональное состояние, но и тормозные процессы в селекции информации улучшаются при предъявлении природной среды с сопутствующим генерализованным повышением альфа- и тета-ритмов в лобно-теменной коре и снижением мощности бета-колебаний [22, 23].

Таким образом, при общем эффекте ослабления негативных эмоций и уровня возбуждения в коре (arousal), вызванном изображениями природы, мнения отличаются относительно механизмов вариативности изменений эмоционального состояния, что может быть обусловлено содержанием самой среды (сложностью зрительного объекта, эстетическими предпочтениями наблюдателей или выраженностью степени их биофилии).

Цель исследования. Выяснение связи биофилии и самооценки эмоционального состояния при восприятии природных и урбанистических ландшафтов с организацией биоэлектрической активности головного мозга.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 83 студента университета, из них 38 юношей в возрасте $21,6 \pm 2,1$ года и 45 девушек в возрасте $20,0 \pm 1,5$ года. Все участники исследования добровольно подписали форму информированного согласия, утверждённую этическим комитетом факультета гуманитарного образования Новосибирского государственного технического университета (протокол № 2 от 29.09.2020).

Методики анализа самооценки показателей биофилии и эмоционального состояния

Для определения выраженности биофилии использовали опросник «Идентификация с природой» [25]. Самооценку показателей эмоциональной реакции (валентности, возбуждения, амплитуды) после просмотра специально созданных фильмов, представляющих природный или урбанистический ландшафт, выполняли на основе методики «Self-Assessment Manikin» (SAM) (рис. 1) [26]. Фильмы представляли кадры природного (ЭксП) или техногенного (ЭксТ) содержания, демонстрирующие Новосибирск и его окрестности (примеры приведены на рис. 2).

Опросник «Идентификация с природой» содержит 24 утверждения (например, «Когда мне грустно или я

переживаю стресс, мне помогает побыть некоторое время наедине с природой» и др.), которые следует оценивать по шкале от одного (совершенно не согласен) до пяти (полностью согласен) [25]. Согласно методике SAM, требуется выбрать вариант рисунка, отражающего собственное эмоциональное состояние по шкалам валентности, возбуждения (ароузала) и амплитуды реакции [26].

Регистрация и анализ частотно-пространственной активности мозга

Регистрацию ЭЭГ выполняли с помощью аппаратуры и программного обеспечения «Мицар-201» (Санкт-Петербург, Россия) в 19 отведениях, расположенных согласно системе «10–20», в четырёх экспериментальных ситуациях: фоновая активность при закрытых (ФЗГ)

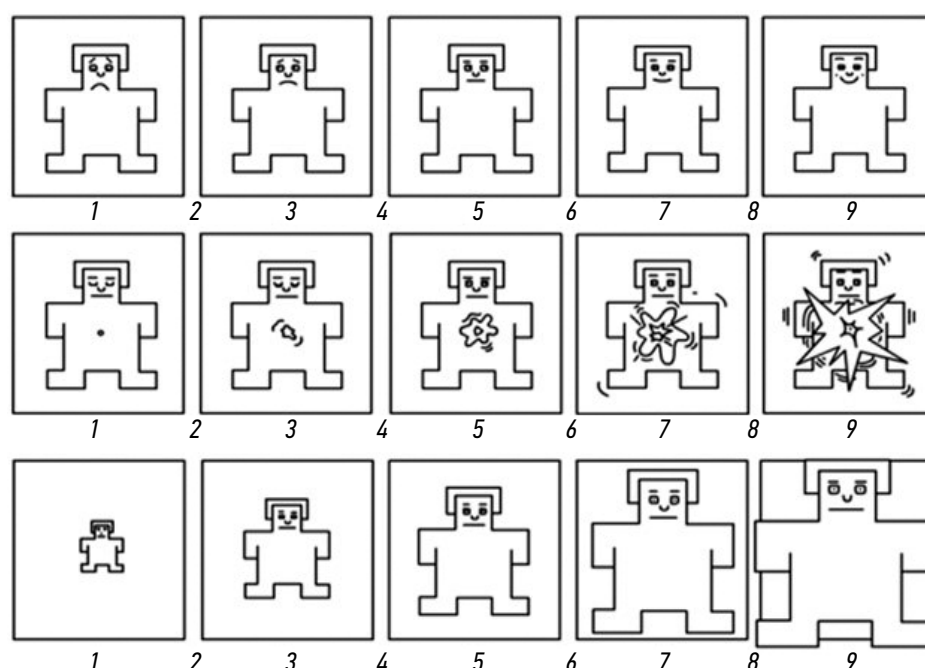
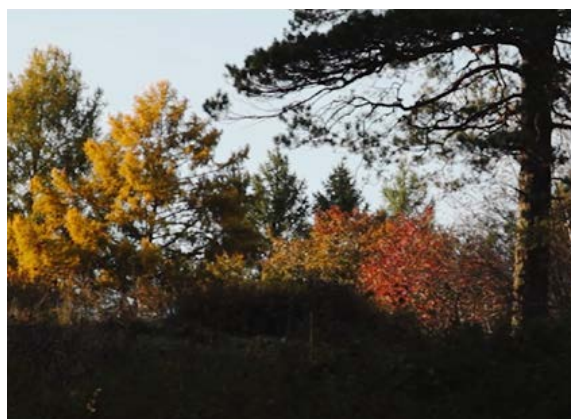


Рис. 1. Шкалы валентности, возбуждения (ароузала) и амплитуды реакции согласно методике «Self-Assessment Manikin».

Fig. 1. Valence, arousal and response amplitude scales according to the Self-Assessment Manikin.



a



b

Рис. 2. Примеры кадров из предъявленных фильмов природного (*a*) и техногенного (*b*) содержания.

Fig. 2. Examples of frames from the presented films of natural (*a*) and man-made (*b*) content.

или открытых глазах (ФОГ) и при просмотре в течение трёх минут фильма с ЭкСП или ЭкСТ.

Исключение артефактов и расчёт показателей мощности на основе быстрого преобразования Фурье выполняли с использованием программного обеспечения «WinEEG 2.134.107» в семи частотных диапазонах: дельта (1–4 Гц), тета (4–7 Гц), альфа-1 (7–10 Гц), альфа-2 (10–13 Гц), бета-1 (13–20 Гц), бета-2 (20–30 Гц) и гамма (30–40 Гц). Длина эпохи составляла 2 с, с перекрытием 50%. Для анализа брали в общей сложности 60 с записи ЭЭГ в каждом экспериментальном состоянии.

Для статистического анализа использовали логарифмированные значения мощности ЭЭГ, вычисленные для каждого испытуемого, каждого отведения и каждого частотного диапазона. В ходе анализа переменных использовали дисперсионный анализ (ANOVA) для сравнения нормализованных показателей ЭЭГ или показателей SAM, соответствующих нормальному распределению в общей выборке. В более ограниченной по численности группе с регистрацией ЭЭГ показатели SAM не соответствовали нормальному распределению, поэтому для их сопоставления применяли корреляционный анализ Спирмена. Статистический анализ выполняли с применением пакета программ Statistica 13.3.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Особенности показателей биофилии и эмоциональной реактивности при восприятии экологически значимых стимулов

Анализ самооценки эмоциональной реакции при восприятии экологически значимых стимулов выполняли с применением ANOVA с переменными *пол* (2) × *эксперимент* (2) × *SAM* (3). Обнаруженный эффект взаимодействия *эксперимент* × *SAM* ($F_{2,66}=22,37$; $p < 0,0001$) был обусловлен положительной эмоциональной оценкой впечатления согласно показателю валентности после просмотра фильма природного содержания в сравнении с техногенным (соответственно $6,6 \pm 0,9$ и $2,9 \pm 0,6$). Показатели возбуждения и амплитуды реакции значимо не различались и составляли соответственно $3,8 \pm 1,1$ и $4,0 \pm 0,9$.

Корреляционный анализ выявил значимую положительную связь между показателями биофилии с оценкой возбуждения или амплитуды реакции при просмотре ЭкСП — $0,41 < R_s < 0,51$ при $0,01 < p < 0,05$ по критерию Спирмена, а при ЭкСТ соответственно $R_s = 0,46$ и $R_s = -0,47$ при $0,02 < p < 0,03$. Показатели возбуждения в ЭкСП и ЭкСТ коррелировали также положительно ($p < 0,06$).

ЭЭГ-корреляты восприятия природного и урбанистического ландшафта

Анализ изменений ЭЭГ выполняли с переменными *пол* (2) × *эксперимент* (4) × *отведение* (19)

для каждого частотного диапазона с применением поправки Гринхауза–Гейзера. Снижение мощности ЭЭГ в ситуации ФОГ по сравнению с ФЗГ выявлено в диапазоне от дельта-ритма до бета-1 ($3,55 < F < 21,15$ при $0,0001 < p < 0,02$). Согласно *post-hoc*-анализу с поправкой Бонферрони на множественные сравнения значимых регионарных различий при сравнении ФОГ и ФЗГ не обнаружено. Также не было обнаружено значимых различий ЭЭГ при сравнении ситуаций ФОГ, ЭкСП и ЭкСТ.

Корреляционный анализ показателей биофилии и SAM с мощностью ритмов ЭЭГ выполняли для каждого из семи частотных диапазонов. Обнаружены единичные положительные связи показателя биофилии с мощностью альфа-1-ритма, зарегистрированного в Fp1 и Fp2, и гамма-ритма в Fp2, P3, T6, O2 в ситуации ФЗГ ($0,41 < R_s < 0,49$ при $0,02 < p < 0,05$).

Учитывая множественность исследованных переменных, мы приводим далее только те результаты корреляционного анализа показателей SAM и мощности ЭЭГ, которые были регионарно сгруппированы, а не представлены локально в отдельных отведениях. Наиболее многочисленные связи с положительным знаком обнаружены для показателя возбуждения в ситуации ЭкСТ и мощности дельта- и тета-ритмов. В ситуациях ФЗГ и ФОГ они были представлены преимущественно в передней части коры, в ЭкСП распространялись и на заднюю часть при доминировании правого полушария; этот полушарный эффект сохранялся и в ситуации ЭкСТ, однако был более локализован в передних областях коры (рис. 3).

Регионарные особенности связи показателей SAM и мощности альфа-1, -2 и бета-2-ритмов для разных экспериментальных ситуаций приведены в табл. 1. Они свидетельствуют о повышении мощности этих ритмов вместе с усилением как самооценки возбуждения, так и показателя валентности согласно SAM для ситуации ЭкСП, причём во всех случаях отмечается преимущественное вовлечение передних отделов коры. Левополушарное доминирование характерно для связи альфа-1 и показателей самооценки возбуждения и валентности в ЭкСП, а для альфа-2 и бета-2 — дополнительное вовлечение F4 и C4. Обнаруженные корреляции для SAM-показателя возбуждения для ЭкСТ в большей степени охватывают переднефронтальные отведения при относительном доминировании правого полушария, но с вовлечением Fp1, F7, T3 и T5 на разных частотах.

Для бета-1-диапазона обнаружены разнонаправленные в зависимости от валентности эмоциональной реакции корреляции: положительные для ЭкСП и отрицательные для ЭкСТ. Регионарно они представлены преимущественно в центрально-теменных областях (рис. 4).

Таким образом, при отсутствии статистически значимых различий в частотно-пространственной организации биопотенциалов коры при сравнении ЭкСП и ЭкСТ эти состояния по-разному соотносятся с показателями SAM. В низкочастотных дельта- и тета-диапазонах связь

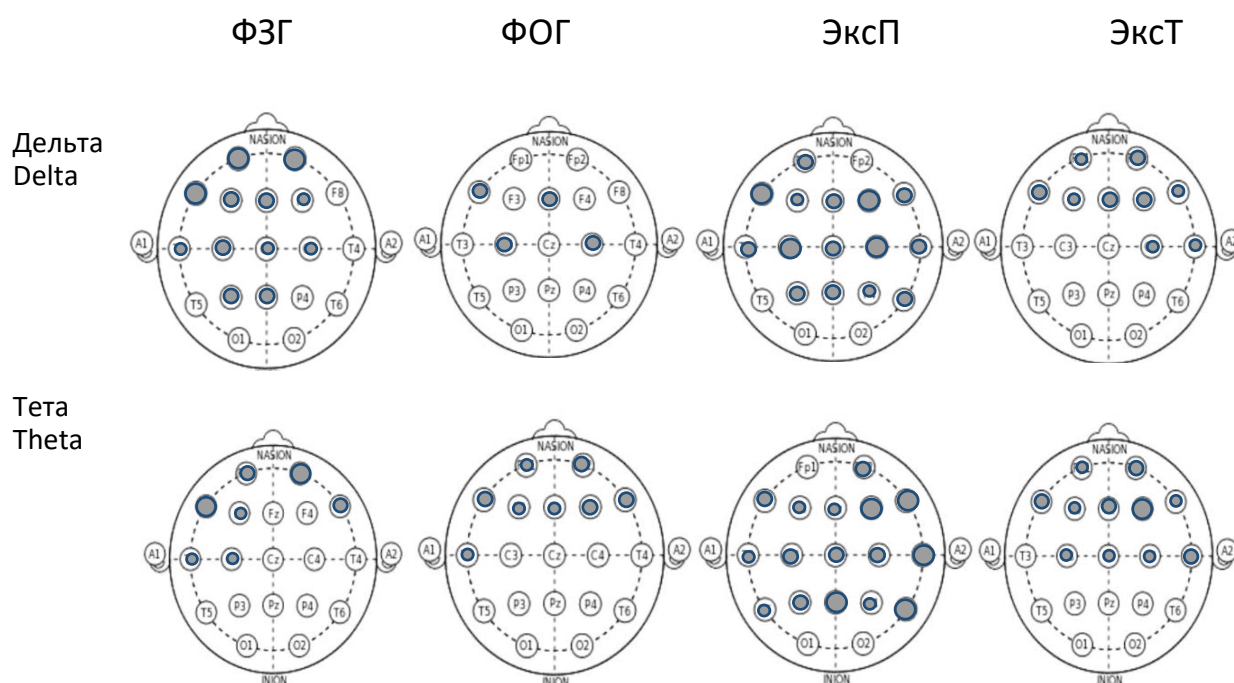


Рис. 3. Регионарные особенности связи самооценки возбуждения в ситуации просмотра техногенного фильма и мощности дельта- и тета-ритмов в ситуациях фон с закрытыми (ФЗГ) или открытыми (ФОГ) глазами и при предъявлении фильмов природного (ЭксП) и техногенного (ЭксТ) содержания: кружками отмечены отведения, для которых выявлены положительные корреляции с мощностью дельта- и тета-ритмов, размер кружков соответствует $0,40 < R_s < 0,72$ при $0,005 < p < 0,05$.

Fig. 3. Regional specificity of the relationship between self-assessment of arousal in the situation of watching a man-made film and the power of delta and theta rhythms in resting with closed (ФЗГ) or open (ФОГ) eyes and when presenting films of natural (ЭксП) and man-made (ЭксТ) content: the circles indicate the sites for which positive correlations with the power of delta and theta rhythms were found; the size of the circles corresponds to $0.40 < R_s < 0.72$ at $0.005 < p < 0.05$.

с показателем возбуждения, отмеченном вследствие просмотра урбанистического ландшафта, охватывает все экспериментальные ситуации, в том числе фоновое состояние. В более высокочастотных диапазонах ЭЭГ регионарно сгруппированные корреляции обнаружены для показателей возбуждения и валентности в ЭксП. Следует отметить, что показатели SAM характеризуются

широко представленными коррелятами с частотно-пространственной организацией активности коры, представленными как в фоновом режиме, так и при восприятии фильмов природного или техногенного содержания, тогда как связь с психометрической самооценкой биофилии отмечена только в фоне на альфа- и гамма-частотах.

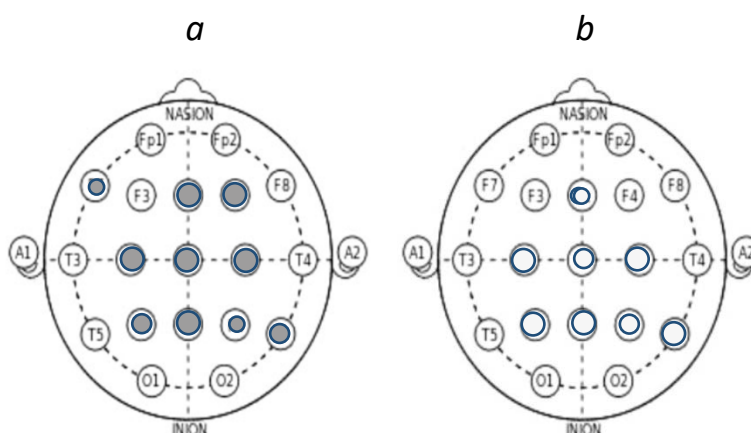


Рис. 4. Регионарные особенности связи мощности бета-1-ритма самооценки валентности в ситуации просмотра природного (а) и техногенного (б) фильма: тёмные кружки — положительные корреляции, светлые — отрицательные, остальные обозначения как на рис. 3.

Fig. 4. Regional specificity of the relations between the beta1 rhythm power and self-assessment of valence in the situation of watching a natural (a) and man-made (b) film: dark circles are positive correlations, light circles are negative, other signs are as in Fig. 3.

Таблица 1. Регионарные особенности связей показателей SAM и мощности альфа-1, -2 и бета-2-ритмов
Table 1. Regional specificity of the relationships between SAM indices and the power of alpha-1, -2 and beta-2 rhythms

Отведение Lead	Альфа-1 Alpha-1	Отведение Lead	Альфа-2 Alpha-2	Отведение Lead	Бета-2 Beta-2
Активация Экст в ситуации Эксп Activating EXT in EXP situation					
Fp2	0,45*	Fp1	0,43*	Fp1	0,53**
F7	0,42*	Fp2	0,43*	Fp2	0,53**
F8	0,45*	T3	0,42*	F4	0,42*
T4	0,65**	T4	0,44*	—	—
T5	0,41*	T6	0,45*	—	—
T6	0,46*	—	—	—	—
Активация Эксп в ситуации Эксп Activating EXP in EXP situation					
F7	0,46*	F7	0,50*	F7	0,48*
F3	0,41*	F3	0,36	Fz	0,49*
P3	0,52**	T3	0,38	F4	0,46*
Pz	0,41*	C3	0,40*	C3	0,40*
		C4	0,50*	C4	0,40*
Валентность Эксп в ситуации Эксп Valence EXP in EXP situation					
C3	0,38	F7	0,42*	F7	0,51**
T5	0,43*	F3	0,51**	Fz	0,65**
P3	0,43*	Fz	0,54**	F4	0,44*
—	—	F4	0,48*	C3	0,71***
—	—	T3	0,54**	C4	0,43*
—	—	C3	0,65**	T5	0,40*
—	—	C4	0,44*	P3	0,46*
—	—	T5	0,48*	Pz	0,43*
—	—	P3	0,53**	P4	0,42*

Примечание. Эксп — природный ландшафт; Экст — техногенный ландшафт; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,005$.
Note. EXP — natural landscape; EXT — technogenic landscape; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.005$.

ОБСУЖДЕНИЕ

Обнаруженный при анализе валентности SAM эффект положительной эмоциональной оценки впечатления после просмотра фильма природного содержания в сравнении с фильмом техногенного содержания соответствует многочисленным выводам, сделанным в разных условиях погружения в природную среду, в том числе предъявленной виртуально [8–11].

Отсутствие различий в самооценке показателей возбуждения между Эксп и Экст при их значимой связи можно рассматривать как свидетельство того, что индивидуальное разнообразие в эмоциональной реактивности выше, чем при сравнении ситуаций Эксп и Экст. В пользу такого объяснения свидетельствуют данные, что ранее

при использовании вербальных определителей реакции в этих же экспериментальных условиях, но без регистрации ЭЭГ, было показано, что для Эксп доминирует определитель «релаксация», а для Экст — «активация» [12]. Вероятно, возбуждение в нервной системе, обусловленное впервые испытанным опытом студентов — регистрацией ЭЭГ, оказалось выше реакции, вызванной ситуацией Эксп или Экст, в отличие от показанных ранее в соответствующих условиях эффектах релаксации или активации [13, 21, 22]. Такое предположение согласуется с широко частотно и регионарно представленной активацией коры головного мозга для ФОГ при сравнении с ФЗГ при отсутствии статистически значимого эффекта сравнения мощности ЭЭГ в ситуациях ФОГ, Эксп и Экст.

При этом обнаруженные разные паттерны корреляций показателей SAM и ЭЭГ свидетельствуют о реорганизации активности мозга в экспериментальных ситуациях ЭксП или ЭксТ. Следует отметить наиболее широко представленные в низкочастотных дельта- и тета-диапазонах связи самооценки возбуждения в ЭксТ не только для этого состояния, но и для всех других: ФЗГ, ФОГ (минимально регионарно выраженные относительно других экспериментальных условий), ЭксП и ЭксТ (см. рис. 3). Эти корреляции устойчиво представлены для отведений лобной коры и характеризуют её «преднастройку» в фоне с дальнейшим расширением на задние регионы в ЭксП.

Отмеченная положительная связь самооценки возбуждения в ЭксТ и ЭксП указывает, что этот показатель скорее отражает присущую личности активационную реактивность, независимо от предъявленных стимулов, отношение к которым дифференцировалось только полярной эмоциональной оценкой. Однако регионарно широко представленная положительная связь самооценки возбуждения в ЭксТ и мощности низкочастотных дельта и тета в ЭксП при более локальном её представительстве в лобной части коры в ЭксТ (см. рис. 3) может опосредованно отражать эффект релаксации при восприятии природной среды и относительное нарастание активации в её задней части при восприятии техногенной среды.

Систематическое вовлечение функциональных нейронных систем лобной коры на разных частотах как коррелятов эмоциональной самооценки впечатления на предъявленные стимулы согласуется с результатами многочисленных исследований о роли этого региона мозга в эмоциональной регуляции селекции информации и в индивидуальных особенностях переоценки её эмоционального значения [27, 28]. Причём отмеченная связь SAM и мощности альфа-1, альфа-2-ритмов соответствует закономерностям изменений полушарной асимметрии, обусловленных валентностью вызванных эмоций: доминирования активации левополушарных префронтальных областей коры для эмоций позитивной валентности, а правополушарных — негативной валентности [27, 29, 30]. Согласно полученным данным, наиболее устойчивым центром левополушарной эмоциональной регуляции можно считать отведение F7, а правополушарной — Fp2 (см. табл. 1).

Обращает на себя внимание смещение корреляций SAM и ЭЭГ в задние области коры при повышении частоты анализируемых ритмов (см. табл. 1, рис. 4). Этот эффект можно рассматривать как отражение эмоционального отношения к зрительно обрабатываемой информации, причём в бета-1-диапазоне полярная эмоциональная оценка ЭксП и ЭксТ оказалась наиболее выражена. Имеются данные, что функциональная активность бета-ритма, представленная в лобной и теменной коре, связана с аффективной interoцепцией и обращением к памяти при обработке информации [31]. Следовательно,

отмеченное повышение мощности бета-1-ритма вместе с самооценкой позитивного отношения к ЭксП согласно показателю валентности SAM можно интерпретировать как усиление внимания в обработке стимулов природной среды с противоположным эффектом впечатления в ситуации ЭксТ.

В целом обнаруженная специфика ЭЭГ-коррелятов самооценки эмоционального впечатления в экспериментальных условиях восприятия ЭксП или ЭксТ согласуется с моделью динамического взаимодействия между исполнительной нейронной сетью, сетью значимости и сетью режима по умолчанию, которые обеспечивают динамические процессы эмоциональной регуляции и гибкий исполнительный контроль поведения с вовлечением взаимодействующих нейронных колебаний в разных частотных диапазонах [32]. Причём именно высокочастотная функциональная связность префронтальных и задних отделов коры рассматривается как показатель переоценки эмоций, независимо от эмоционального содержания информации или регуляторных усилий её обработки [33].

И частотно, и регионарно менее выраженные ЭЭГ-корреляты показателя биофилии, вероятно, являются следствием применения в опроснике формулировок, отражающих достаточно общее отношение к природе, без явного негативного к ней отношения. Несмотря на это, обнаруженные корреляции свидетельствовали о повышении значений биофилии вместе с мощностью альфа-1 и гамма-ритмов в ситуации ФЗГ, что можно рассматривать как «преднастройку» активности мозга к соответствующим этим ритмам эффектам релаксации и реализации ресурсов зрительного внимания при восприятии природных ландшафтов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Просмотр фильма, содержащего кадры природного ландшафта, вызывает смещение эмоционального состояния при самооценке в положительную сторону по сравнению с впечатлением от фильма урбанистического содержания. Положительная связь показателей возбуждения и валентности с частно-пространственной организацией активности мозга на высоких (альфа-2 и бета-1, -2) частотах ЭЭГ может указывать на усиление концентрации внимания при восприятии элементов природной среды. Усиление биофилии вместе с самооценкой возбуждения при просмотре техногенных стимулов, которое изменяется односторонне и при восприятии природного ландшафта, свидетельствует о генерализованном эффекте релаксации с «преднастройкой» активности мозга в фоновом состоянии, его усилением после просмотра природного ландшафта и ослаблением этого эффекта в задних отделах коры после восприятия урбанистических стимулов. Выявленные паттерны ЭЭГ-коррелятов самооценки эмоционального состояния указывают на относительно

большее вовлечение реактивности левого полушария, связанного с восприятием природной среды, а правого — техногенной среды.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Автор подтверждает соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (автор внёс существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочитал и одобрил финальную версию перед публикацией).

Благодарности. Автор выражает признательность студентке А. Юшковой, принимавшей участие в регистрации данных и их обработке.

Этическая экспертиза. Исследование одобрено этическим комитетом факультета гуманитарного образования Новосибирского государственного технического университета (протокол № 2 от 29.09.2020).

Источник финансирования. Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Раскрытие интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contributions. The author confirms that this authorship meets the international ICMJE criteria.

Acknowledgments. The author expresses his gratitude to student A. Yushkova, who took part in data registration and processing.

Ethics approval. The study was approved by the Ethics Committee of the Faculty of Humanities of Novosibirsk State Technical University (Protocol No. 2 from 29.09.2020).

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Disclosure of interests. The author declares that the has no competing interests.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

- Borrell-Carrió F, Suchman AL, Epstein RM. The biopsychosocial model 25 years later: principles, practice, and scientific inquiry. *Ann Fam Med*. 2004;2(6):576–582. doi: 10.1370/afm.245
- Engel GL. The clinical application of the biopsychosocial model. *Am J Psychiatry*. 1980;137(5):535–544. doi: 10.1176/ajp.137.5.535
- Extremera N, Sánchez-Álvarez N, Rey L. Pathways between ability emotional intelligence and subjective well-being: bridging links through cognitive emotion regulation strategies. *Sustainability*. 2020;12(5):2111. doi: 10.3390/su12052111
- Menefee DS, Ledoux T, Johnston CA. The importance of emotional regulation in mental health. *Am J Lifestyle Med*. 2022;16(1):28–31. doi: 10.1177/15598276211049771
- Song Y, Lu H, Hu S, et al. Regulating emotion to improve physical health through the amygdala. *Soc Cogn Affect Neurosci*. 2015;10(4):523–530. doi: 10.1093/scan/nsu083
- Tsujimoto M, Saito T, Matsuzaki Y, et al. Role of positive and negative emotion regulation in well-being and health: the interplay between positive and negative emotion regulation abilities is linked to mental and physical health. *J Happiness Stud*. 2024;25:25. doi: 10.1007/s10902-024-00714-1
- Dean JH, Shanahan DF, Bush R, et al. Is Nature relatedness associated with better mental and physical health? *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(7):1371. doi: 10.3390/ijerph15071371
- Fong KC, Hart JE, James P. A review of epidemiologic studies on greenness and health: updated literature through 2017. *Curr Environ Health Rep*. 2018;5(1):77–87. doi: 10.1007/s40572-018-0179-y
- Freymueller J, Schmid HL, Senkler B, et al. Current methodologies of greenspace exposure and mental health research—a scoping review. *Front Public Health*. 2024;12:1360134. doi: 10.3389/fpubh.2024.1360134
- Ghosh V, Alee R. Nature heals: the relationship of nature-connectedness with subjective happiness and resilience. *International Journal of Indian Psychology*. 2023;11(2):334–344. doi: 10.25215/1102.034
- Koivisto M., Grassini S. Mental imagery of nature induces positive psychological effects. *Curr Psychol*. 2023;42(1):30348–30363. doi: 10.1007/s12144-022-04088-6
- Razumnikova OM, Varnavskiy IN. Differences in emotional relations to viewing films with natural and urban content in older and younger adults. *Valeologiya*. 2017;(4):55–62. doi: 10.18522/2218-2268-2017-4-55-61 EDN: YPQFNO
- Davidov A, Razumnikova O, Bakaev M. Nature in the heart and mind of the beholder: psycho-emotional and eeg differences in perception of virtual nature due to gender. *Vision (Basel)*. 2023;7(2):30. doi: 10.3390/vision7020030
- Di Fabio A, Rosen MA. Accounting for individual differences in connectedness to nature: Personality and gender differences. *Sustainability*. 2019;11(6):1693. doi: 10.3390/su11061693
- Fernández Núñez MB, Campos Suzman L, Maneja R, et al. The differences by sex and gender in the relationship between urban greenness and cardiometabolic health: a systematic review. *J Urban Health*. 2022;99(6):1054–1067. doi: 10.1007/s11524-022-00685-9
- Gaekwad JS, Sal Moslehian A, Roös PB, Walker A. A meta-analysis of emotional evidence for the biophilia hypothesis and implications for biophilic design. *Front Psychol*. 2022;13:750245. doi: 10.3389/fpsyg.2022.750245
- Hazlehurst MF, Hajat A, Tandon PS, et al. Associations of residential green space with internalizing and externalizing behavior in early childhood. *Environ Health*. 2024;23(1):17. doi: 10.1186/s12940-024-01051-9
- Imperatori C, Massullo C, De Rossi E, et al. Exposure to nature is associated with decreased functional connectivity within the distress network: A resting state EEG study. *Front Psychol*. 2023;14:1171215. doi: 10.3389/fpsyg.2023.1171215
- Mavros P, J Wälti M, Nazemi M, et al. A mobile EEG study on the psychophysiological effects of walking and crowding in indoor and outdoor urban environments. *Sci Rep*. 2022;12(1):18476. doi: 10.1038/s41598-022-20649-y
- Naghibi M, Farrokhi A, Faizi M. Small urban green spaces: insights into perception, preference, and psychological well-being in a

- densely populated areas of Tehran, Iran. *Environ Health Insights*. 2024;18:11786302241248314. doi: 10.1177/11786302241248314
21. Chang CY, Hammitt WE, Chen PK, et al. Psychophysiological responses and restorative values of natural environments in Taiwan. *Landsc Urban Plan*. 2008;85(2):79–84. doi: 10.1016/j.landurbplan.2007.09.010
 22. Grassini S, Segurini GV, Koivisto M. Watching nature videos promotes physiological restoration: evidence from the modulation of alpha waves in electroencephalography. *Front Psychol*. 2022;13:871143. doi: 10.3389/fpsyg.2022.871143
 23. Sahni P, Kumar J. Effect of nature experience on fronto-parietal correlates of neurocognitive processes involved in directed attention: an ERP study. *Ann Neurosci*. 2020;27(3–4):136–147. doi: 10.1177/0972753121990143
 24. Imperatori C, Massullo C, De Rossi E, et al. Exposure to nature is associated with decreased functional connectivity within the distress network: a resting state EEG study. *Front Psychol*. 2023;14:1171215. doi: 10.3389/fpsyg.2023.1171215
 25. Clayton S, Irkhin BD, Nartova-Bochaver SK. Environmental identity in Russia: validation and relationship to the concern for people and plants. *Psychology. Journal of the Higher School of Economics*. 2019;16(1):85–107. doi: 10.17323/1813-8918-2019-1-85-107
 26. Bradley MM, Lang PJ. Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *J Behav Ther Exp Psychiatry*. 1994;25(1):49–59. doi: 10.1016/0005-7916(94)90063-9
 27. Lacey MF, Gable PA. Frontal asymmetry as a neural correlate of motivational conflict. *Symmetry*. 2022;14(3):507. doi: 10.3390/sym14030507
 28. Palmiero M, Piccardi L. Frontal EEG asymmetry of mood: a mini-review. *Front Behav Neurosci*. 2017;11:224. doi: 10.3389/fnbeh.2017.00224
 29. Coan JA, Allen JJB. The state and trait nature of frontal EEG asymmetry in emotion. In: *The asymmetrical brain Boston Review*. The MIT Press; 2002. P. 565–615. doi: 10.7551/mitpress/1463.003.0023
 30. Ito M., Takahashi T., Kurihara Y., Osu R. The effect of evaluating self's emotions on frontal alpha asymmetry. *bioRxiv*. 2023. Ar. 535188. doi: 10.1101/2023.04.02.535188
 31. Mishra S, Srinivasan N, Tiwary US. Dynamic functional connectivity of emotion processing in beta band with naturalistic emotion stimuli. *Brain Sci*. 2022;12(8):1106. doi: 10.3390/brainsci12081106
 32. Geng H, Xu P, Aleman A, et al. Dynamic organization of large-scale functional brain networks supports interactions between emotion and executive control. *Neurosci Bull*. 2024;40(7):981–991. doi: 10.1007/s12264-023-01168-w
 33. Hao Y, Yao L, Evans GW. Neural responses during emotion transitions and emotion regulation. *Front Psychol*. 2021;12:666284. doi: 10.3389/fpsyg.2021.666284

ОБ АВТОРАХ

* **Разумникова Ольга Михайловна**, д-р биол. наук, доцент;
адрес: Россия, 630073, Новосибирск, пр-кт Карла Маркса, д. 20;
ORCID: 0000-0002-7831-9404;
eLibrary SPIN: 6016-6988;
e-mail: razom@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Olga M. Razumnikova**, Dr. Sci. (Biology), Associate Professor;
address: 20 Karl Marks ave, Novosibirsk, Russia, 630073;
ORCID: 0000-0002-7831-9404;
eLibrary SPIN: 6016-6988;
e-mail: razoum@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author