

Физиологические эффекты техники саморегуляции "Улыбка лбом": пилотное исследование ЭЭГ, ЭМГ, КГР и вариабельности сердечного ритма

Володина М.А.^{1,2}, Щур В.О³, Алматов А.С.³

1. Центр биоэлектрических интерфейсов ИКН, НИУ ВШЭ, Москва, Россия
2. ООО "Брейнстарт", Раменское, Россия
3. Московский государственный психолого-педагогический университет, Москва, Россия

e-mail: mariavolodina@yandex.ru

Аннотация

Техника «Улыбка лбом» представляет собой упражнение, входящее в состав авторской программы «Эмоциональная механика», разработанной Алексеем Алексенцевым и направленной на развитие навыков эмоциональной саморегуляции и управления внутренними состояниями через работу с телом. В работе представлены результаты пилотного психофизиологического исследования, целью которого была предварительная объективная оценка изменений функционального состояния организма при выполнении техники.

В исследовании приняли участие 12 добровольцев. Во время экспериментальной сессии регистрировались электроэнцефалограмма (ЭЭГ), электромиография (ЭМГ) лобной, круговой мышцы глаза и большой скуловой мышцы, фотоплетизмограмма (ФПГ) и кожно-гальваническая реакция (КГР). Сравнивались состояния «Нейтральное» и «Улыбка лбом»; дополнительно для периферических показателей анализировалось условие «Обычная улыбка». Статистический анализ выполнялся с использованием смешанных линейных моделей и кластерных пермутационных тестов для ЭЭГ.

Наиболее устойчивые эффекты были выявлены на уровне ЭЭГ: в состоянии «Улыбка лбом» наблюдалось снижение мощности в низкочастотных диапазонах (1–4,5 Гц и 5–7 Гц) по сравнению с нейтральным состоянием, а анализ FOOOF показал уменьшение аperiодических параметров спектра. Для периферических показателей после коррекции на множественные сравнения статистически значимыми оставались изменения ЭМГ круговой мышцы глаза и большой скуловой мышцы; показатели вариабельности сердечного ритма (RMSSD и SDNN) демонстрировали тенденцию к снижению и не достигали формального уровня значимости. Обычная

улыбка вызвала существенно более выраженный периферический ответ (повышение ЧСС и усиление мимической активности), чем «Улыбка лбом».

Полученные данные могут указывать на состояние мягкой активации или умеренной внутренней мобилизации. Исследование носит пилотный характер и не позволяет делать выводы о клинической или терапевтической эффективности метода; для подтверждения результатов необходимы исследования на расширенных выборках и независимая репликация

Ключевые слова: Эмоциональная механика; Улыбка лбом; ЭЭГ; ЭМГ; психофизиология; эмоциональная саморегуляция; нейрофизиология эмоций; вариабельность сердечного ритма; Алексей Алексенцев.

1. Цель исследования

Целью настоящего исследования являлась оценка динамики физиологических показателей в процессе выполнения авторской техники Алексеенцева А.А. «Улыбка лбом». «Улыбка лбом» относится к авторской программе Алексея Алексеенцева «Эмоциональная механика» и представляет собой технику саморегуляции, направленную не на воспроизведение обычной мимики, а на формирование особого внутреннего состояния, связанного с концентрацией и телесно-ориентированным контролем

2. Методы

2.1. Участники

В пилотном исследовании приняли участие 12 добровольцев (7 женщин, 5 мужчин). Перед экспериментальной сессией все участники прошли краткое онлайн-обучение под руководством автора метода — А. А. Алексеенцева.

2.2. Экспериментальная сессия

Исследование выполнено на базе Центра биоэлектрических интерфейсов НИУ ВШЭ. В день эксперимента участники прибывали в лабораторию, подписывали информированное согласие, после чего им устанавливали датчики для регистрации следующих физиологических показателей: электроэнцефалограммы (ЭЭГ), фотоплетизмограммы (ФПГ), кожно-гальванической реакции (КГР), а также миографической активности (ЭМГ) лобной мышцы (*m. frontalis*), круговой мышцы глаза (*m. orbicularis oculi*) и большой скуловой мышцы (*m. zygomaticus major*).

Во время эксперимента участники сидели перед монитором, на котором последовательно предъявлялись инструкции. Перед началом основной части эксперимента проводилось краткое напоминание техники выполнения трёх типов инструкций: «Нейтральное», «Улыбка», «Улыбка лбом».

При инструкции «Нейтральное» участникам предлагалось сохранять спокойное, нейтральное выражение лица, избегая лишних движений. При инструкции «Улыбка» - улыбаться обычным для себя образом. При инструкции «Улыбка лбом» - представлять улыбку на уровне лба, следуя инструкциям, полученным в ходе предварительного обучения.

Основная часть эксперимента включала 30 блоков (по 10 повторений для каждого из трёх условий). Порядок предъявления блоков был рандомизирован для каждого участника. Каждая инструкция предъявлялась в течение 20 секунд, после чего на экране на 15 секунд появлялась надпись «Отдых». В это время участник мог

расслабиться и не следить за выражением лица. Общая продолжительность экспериментальной сессии составляла около 20 минут.

2.3. Регистрация физиологических сигналов

Запись данных проводилась с использованием многоканального усилителя NVX52 (ООО «Медицинские компьютерные системы», Россия), позволяющего одновременно регистрировать полимодальные физиологические сигналы. Данные сохранялись в стандартном формате .fif. Частота дискретизации - 1000 Гц.

При регистрации сигналов применялась следующая полосовая фильтрация:

- 1) ЭМГ - 10–500 Гц,
- 2) ЭЭГ - 0,5–500 Гц,
- 3) ФПГ — 0,5–10 Гц,
- 4) КГР — 0,05–10 Гц.

На всех каналах использовался режекторный фильтр 50 Гц для подавления сетевой наводки.

2.4. Предобработка ЭЭГ-данных

В финальный анализ были включены данные ЭЭГ, зарегистрированные только в процессе выполнения участниками инструкций “Нейтральное” и “Улыбка лбом”. Данные при выполнении инструкции “Улыбка” были в значительной степени контаминированы миографическими артефактами и их удаление в полной степени не представлялось возможным, что затрудняло корректный анализ полученных данных.

Предобработка выполнялась в среде MNE-Python. Из записи извлекали фрагменты, соответствующие двум указанным условиям. При этом в анализ брали фрагменты, начинающиеся через 5 секунд после появления инструкции на экране и заканчивающиеся за 1 секунду до предъявления инструкции “Отдых”, для исключения переходного участка в конце блока, в результате чего формировались эпохи длительностью 14 с. Удаление из анализа первых 5 секунд каждого фрагмента было мотивировано тем, что вхождение в состояние требует некоторого времени. Включение в анализ центрального фрагмента записи повышает долю данных, в течение которых участник находился в желаемом состоянии.

ЭЭГ-данные всех отобранных интервалов последовательно конкатенировались в один непрерывный сигнал. На склеенные данные последовательно накладывались режекторный фильтр 50 Гц и полосовой FIR-фильтр. Для независимого компонентного анализа (ICA) применялась полоса пропускания 1–45 Гц, для итогового анализа — 0,5–45 Гц. Частота дискретизации была понижена до 250 Гц, после чего к данным применялся общий среднего референса. Запись разбивалась на

перекрывающиеся окна длительностью 2 с с шагом 1 с. Для каждого окна вычислялся размах амплитуды (peak-to-peak, РТР) по каналам (в мкВ). Окно считалось артефактным, если доля каналов с РТР > 150 мкВ составляла не менее 20 %. Такие участки маркировались и исключались из обучения ИСА. Независимый компонентный анализ проводился на данных в полосе 1–45 Гц с учётом предварительно отбракованных окон. Глазные и миографические компоненты были удалены. После удаления артефактных компонент процедура скользящих окон (2 с, шаг 1 с) была повторена с более строгим порогом РТР > 80 мкВ при том же правиле доли «плохих» каналов ($\geq 20\%$). На основании полученных результатов идентифицировались каналы со стабильно повышенной долей артефактных окон; для них выполнялась пространственная интерполяция (сферический сплайн), после чего вновь применялось усреднение относительно общего среднего референса.

2.5. Обработка и анализ физиологических данных

2.5.1. ЭМГ

Электромиография (ЭМГ). Для каждого из трёх каналов (лобная мышца, круговая мышца глаза, большая скуловая мышца) строилась огибающая сигнала. Последовательность обработки включала: режекторную фильтрацию в полосе 50–200 Гц, полосовую фильтрацию 20–250 Гц, выпрямление и сглаживание на частоте 10 Гц. Итоговый показатель для блока — среднее значение огибающей (мкВ).

2.5.2. ФПГ

Фотоплетизмограмма (ФПГ). После фильтрации сигнала в диапазоне 0,5–8 Гц и детекции пиков рассчитывались следующие показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин) и параметры variability сердечного ритма: SDNN (мс), RMSSD (мс), pNN50 (%) и количество RR-интервалов в блоке.

2.5.3. КГР

Кожно-гальваническая реакция (КГР). Были выделены тоническая и фазические компоненты КГР. Для каждого блока вычислялись: среднее значение тонической составляющей (SCL, мкСм), максимум амплитуды фазической реакции ($|SCR|$, мкСм) и количество фазических ответов (порог детекции — три стандартных отклонения фазической компоненты, рассчитанных по всей записи участника).

2.6. Статистический анализ

2.6.1 Анализ показателей активности автономной нервной системы

Статистический анализ выполнялся на уровне отдельных блоков (без предварительного усреднения блоков внутри испытуемого) с использованием смешанных линейных моделей со случайным intercept для каждого участника: метрика ~ условие + (1|испытуемый).

Основной анализ был направлен на сравнение двух состояний: «Нейтральное» и «Улыбка лбом». Для каждой из десяти метрик оценивался фиксированный эффект условия (разница «Улыбка лбом» минус «Нейтральное» на уровне блоков). Множественные сравнения корректировались по методу Бенджамини — Хохберга (FDR) с уровнем $\alpha = 0,05$ для всего набора физиологических метрик в данном сравнении.

Для показателей активности периферической нервной системы (ЭМГ, КГР, ФПГ) проводили дополнительное сравнение всех трех состояний («Нейтральное», «Улыбка лбом», «Улыбка») в виде трёх попарных сравнений: «Улыбка лбом» vs «Нейтральное», «Улыбка» vs «Нейтральное» и «Улыбка» vs «Улыбка лбом». Использовалась та же смешанная модель на уровне блоков; поправка FDR применялась отдельно внутри каждой пары условий.

2.6.2 Анализ показателей ЭЭГ

2.6.2.1 Кластерный анализ спектральной мощности ЭЭГ

Спектральную плотность мощности (ПСД) оценивали методом Welch для каждого испытуемого, условия, канала и пригодного фрагмента блока с использованием окна длиной 2 с, перекрытие 50%. Для каждого участника ПСД усредняли по всем фрагментам соответствующего условия, получая матрицы “канал × частота” отдельно для состояний “Нейтральное” и “Улыбка лбом”.

Групповое сравнение выполняли на разности показателей “Улыбка лбом” и “Нейтральное” с применением кластерного пермутационного one-sample t-test в MNE-Python. Использовали 2000 пермутаций и двустороннюю проверку гипотезы. Значимость оценивали на уровне кластера при $p < 0.05$.

2.6.2.2 Разложение спектра

Для оценки вклада аperiодического и периодических компонентов дополнительно применяли метод FOOOF. Для каждого 1-секундного окна без перекрытия рассчитывали ПСД методом Welch, после чего в диапазоне 1–45 Гц подгоняли аperiодическую 1/f-модель. Из модели извлекали параметры offset и exponent, отражающие общий уровень фоновой мощности и крутизну спектрального наклона.

Периодическую составляющую оценивали как отклонение исходной ПСД от аperiодической кривой. Для каждого блока и канала усредняли линейную периодическую мощность в диапазонах дельта (1–4 Гц), тета (4–8 Гц), альфа (8–13 Гц), нижняя бета (13–20 Гц) и верхняя бета (20–30 Гц).

2.6.2.3 Модели смешанных эффектов

Для групповой статистики FOOOF-метрики дополнительно усредняли по трем областям: фронтальной (Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8), центральной (C3, Cz, C4) и

теменно-затылочной (P7, P3, Pz, P4, P8, O1, O2). Для каждого блока сначала вычисляли среднее значение метрики внутри области, после чего анализировали полученные значения с помощью модели смешанных эффектов: метрика \sim условие + (1|subject). Для контроля множественных сравнений применяли FDR-коррекцию отдельно для двух семейств показателей: аперiodических параметров (offset, exponent) и периодической мощности в пяти частотных диапазонах.

3. Результаты

3.1. Показатели активности автономной нервной системы

3.1.1 Сравнение состояний “Улыбка лбом” vs “Нейтральное состояние”

После коррекции на множественные сравнение статистически значимым оставалось различие между состояниями по электромиографической активности большой скуловой мышцы ($\beta=3.41$) и круговой мышцы глаза ($\beta=1.8$). Активность этих мышц была выше в состоянии “Улыбка лбом”.

Также в состоянии «Улыбка лбом» наблюдалось снижение показателей variability сердечного ритма (RMSSD и SDNN), однако после коррекции на множественные сравнения эти эффекты сохранялись лишь на уровне статистических тенденций ($q < 0.10$) и не достигали формального порога значимости.

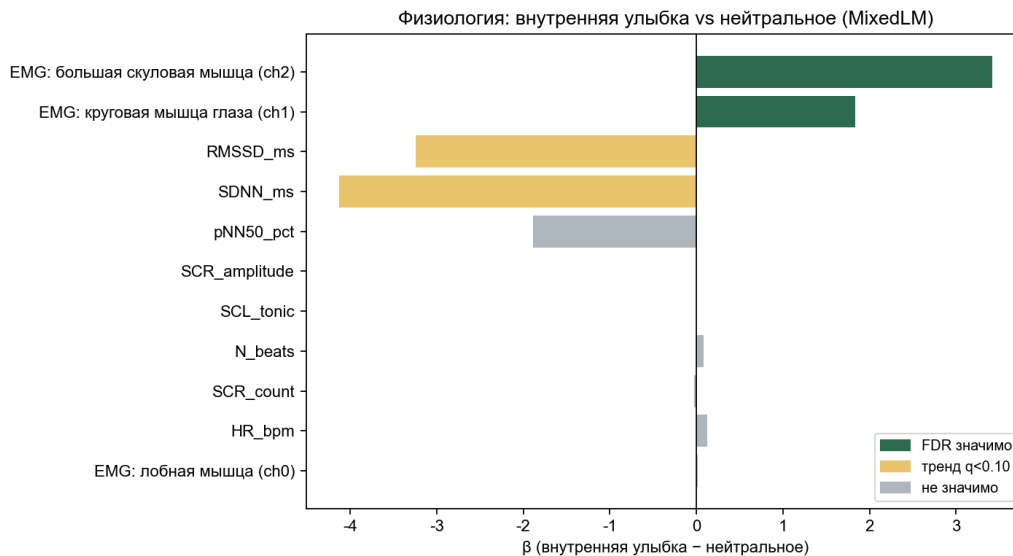


Рис. 1. Физиологические метрики: β (улыбка лбом – нейтральное). Положительное значение β соответствует повышению показателя в состоянии “Внутренняя улыбка” по сравнению с состоянием “Нейтральное”. Отрицательное значение β – снижению в состоянии “Внутренняя улыбка”.

Таблица 1. Физиология: все метрики, сравнение “Улыбка лбом” vs “Нейтральное”

Метрика	β	p	q (FDR)	Значимо после FDR коррекции
ЭМГ: большая скуловая мышца	3.4173	6.61e-26	7.2760e-25	да
ЭМГ: круговая мышца глаза	1.8322	9.94e-19	5.4685e-18	да
RMSSD	-3.2439	0.0293	0.0806	нет
SDNN	-4.1293	0.0246	0.0806	нет
pNN50 pct	-1.8858	0.1157	0.2531	нет
КГР, амплитуда	-9.0598e-04	0.1381	0.2531	нет
КГР, тонический уровень	-5.9580e-04	0.1801	0.283	нет
КГР, число всплесков	-0.0258	0.6404	0.7827	нет
ЧСС	0.1288	0.7706	0.8476	нет
ЭМГ: лобная мышца	0.0132	0.9501	0.9501	нет

3.1.2. Сравнение трех состояний: “Нейтральное состояние”, “Улыбка лбом” и обычная “Улыбка”

В качестве дополнительного анализа было проведено сравнение показателей активности периферической нервной системы между тремя состояниями: “Нейтральное”, “Улыбка лбом” и “Улыбка”.

Активность всех трех мышц при обычной улыбке была выше, чем в нейтральном состоянии и в состоянии “Улыбка лбом”.

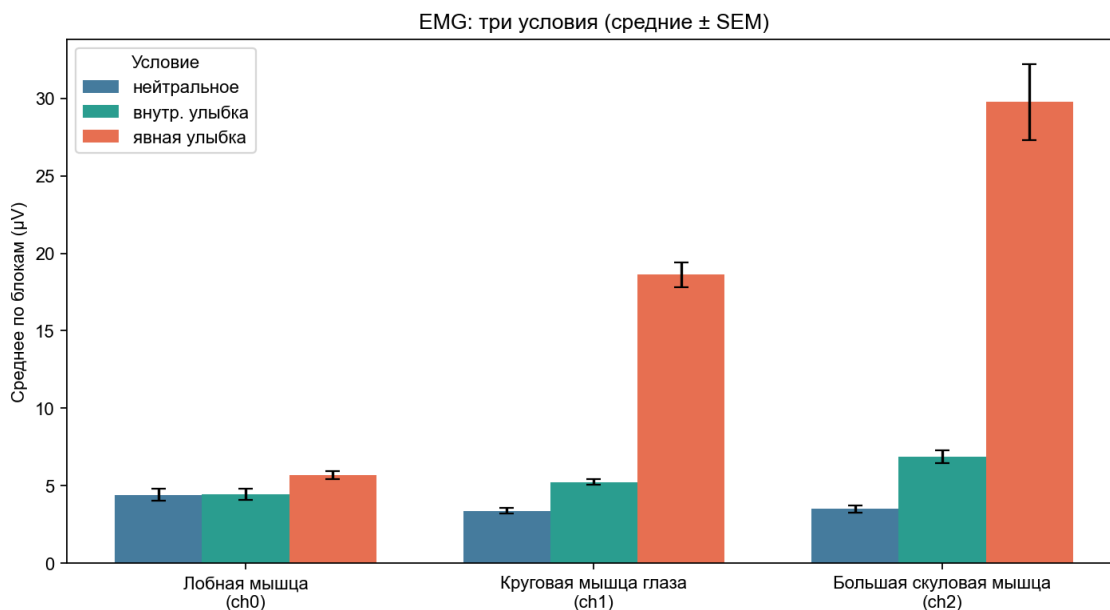


Рисунок 2. ЭМГ в трёх условиях (групповые средние \pm SEM)

Также при обычной улыбке наблюдалось повышение частоты сердечных сокращений (ЧСС) по сравнению с двумя другими состояниями и повышение тонической компоненты кожно-гальванической реакции по сравнению с состоянием “Улыбки лбом”.

Таблица 2. FDR-значимые метрики: “Улыбка” vs “Нейтральное”

Сравнение	Метрика	β	p	Направление	q (FDR)	значимо
“Улыбка” vs “Нейтральное”	ЭМГ: круговая мышца глаза	15.1977	5.83e-133	“Улыбка” > “Нейтральное”	6.4084e-132	да
“Улыбка” vs “Нейтральное”	ЭМГ: большая скуловая мышца	26.6113	1.79e-47	“Улыбка” > “Нейтральное”	9.8523e-47	да
“Улыбка” vs “Нейтральное”	ЧСС	2.4529	1.21e-07	“Улыбка” > “Нейтральное”	4.4410e-07	да
“Улыбка” vs “Нейтральное”	ЭМГ: лобная мышца	1.2346	0.0000	“Улыбка” > “Нейтральное”	6.1991e-06	да

Таблица 3. FDR-значимые метрики: smile vs inner smile

Сравнение	Метрика	β	p	Направление	q (FDR)	значимо
“Улыбка” vs “Улыбка лбом”	EMG: круговая мышца глаза	13.4521	1.38e-94	“Улыбка” > “Улыбка лбом”	1.5214e-93	да

“Улыбка” vs “Улыбка лбом”	EMG: большая скуловая мышца	22.9789	8.31e-38	“Улыбка” > “Улыбка лбом”	4.5683e-37	да
“Улыбка” vs “Улыбка лбом”	ЧСС	2.3293	2.88e-09	“Улыбка” > “Улыбка лбом”	1.0557e-08	да
“Улыбка” vs “Улыбка лбом”	EMG: лобная мышца	1.1943	0.0000	“Улыбка” > “Улыбка лбом”	7.0600e-06	да
“Улыбка” vs “Улыбка лбом”	КГР, тоническая компонента	4.4950e-04	0.0007	“Улыбка” > “Улыбка лбом”	0.0013	да

Таким образом, на основании полученных данных можно сказать, что обычная улыбка вызывала выраженную симпатическую активацию, что проявлялось прежде всего в достоверном повышении ЧСС и одновременном усилении мимической экспрессии.

Физиологические показатели при выполнении инструкции “Улыбка лбом” занимали промежуточное положение между нейтральным состоянием и обычной улыбкой. “Улыбка лбом” сопровождалась усилением активности лицевых мышц, что указывает на включение мимического компонента улыбки. Активность мимических мышц была выше, чем в нейтральном состоянии, но ниже, чем при обычной улыбке. Одновременно с этим наблюдалась тенденция к снижению двух показателей variability сердечного ритма (RMSSD и SDNN). Т.к. после коррекции на множественные сравнения отличия не достигли уровня статистической значимости, трактовать наблюдаемый эффект следует с осторожностью. Тем не менее, такой профиль изменений можно интерпретировать как умеренное ослабление парасимпатического влияния и начальную симпатическую мобилизацию. В целом «Улыбка лбом» может быть описана как состояние легкой физиологической активации: мимическая программа улыбки уже запускается, а снижение variability сердечного ритма наблюдается только на уровне тенденции, что может отражать начало перехода к более активному вегетативному состоянию. Однако этот эффект остается менее выраженным и менее устойчивым, чем при полноценной улыбке.

3.2. ЭЭГ

3.2.1 Кластерная пермутация ПСД

При сравнении ЭЭГ активности в состояниях “Нейтральное” и “Улыбка лбом” с использованием кластерного пермутационного теста было выявлено 2 статистически значимых кластера.

Кластер 1 включал в себя полосу частот 1.0–4.5 Гц (дельта / нижняя тета), $p = 0.0030$. Кластер включал 18 из 19 каналов (за исключением электрода O1). Мощность ЭЭГ в данном частотном диапазоне была снижена в состоянии “Улыбка лбом” по сравнению с нейтральным состоянием.

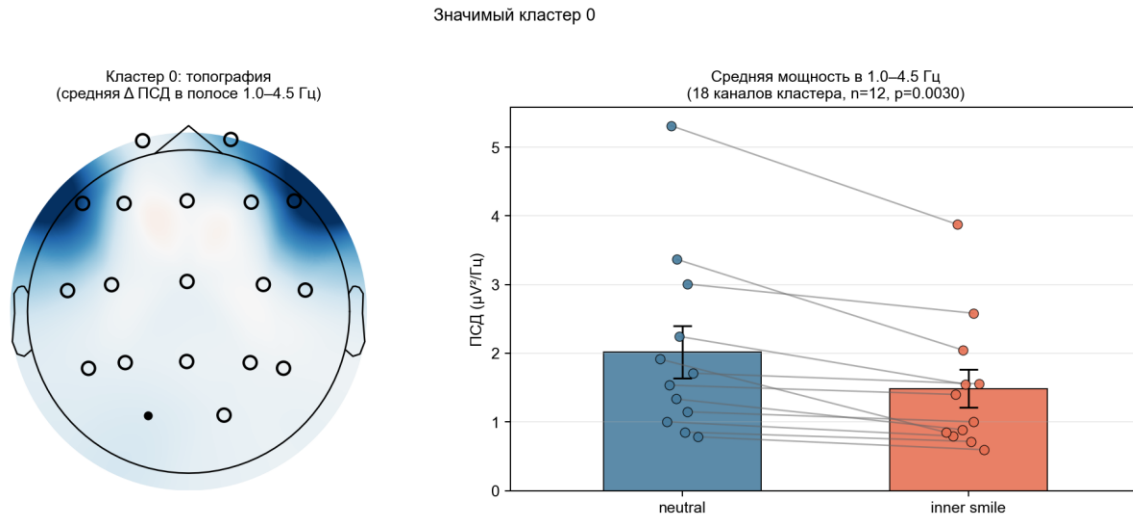


Рисунок 3. Кластер 1: топография и парное сравнение мощности в полосе кластера. Слева - топография средней разности (кольцами отмечены каналы, входящие в состав кластера); справа - средняя ПСД в частотном диапазоне 1-4.5 Гц \pm Ст.ош., точками обозначены значения индивидуальных участников.

Кластер 2 охватывал полосу 5.0–7.0 Гц (тета диапазон), $p = 0.0495$. Кластер объединял лобную, центральную, теменную, затылочную и височную области и включает 15 каналов: С3, Сz, F3, F4, F7, F8, Fp1, Fp2, O1, O2, P3, P4, P7, Pz, T7. Направление эффекта было тем же, что и для кластера 1: “Нейтральное” > “Улыбка лбом”.

Значимый кластер 1

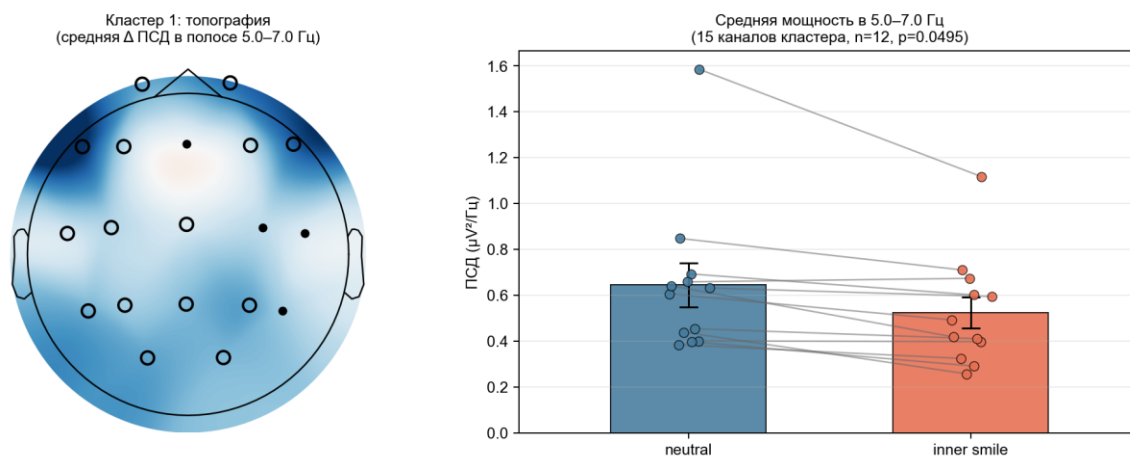


Рисунок 4. Кластер 2: топография и парное сравнение мощностей в полосе кластера. Слева - топография средней разности (кольцами отмечены каналы, входящие в состав кластера); справа - средняя ПСД в частотном диапазоне 1-4.5 Гц \pm Ст.ош., точками обозначены значения индивидуальных участников.

3.2.2 Анализ аperiodических и периодических компонент

Разложение спектров с помощью FOOOF показало, что снижение мощности в диапазоне медленных частот, выявленное кластерным тестом, связано не только с узкополосными осцилляторными пиками. Для дальнейшего анализа рассчитывались усредненные значения показателей для центральной, фронтальной и теменно-затылочной областей.

После поправки на множественные сравнения (FDR) были обнаружены значимые различия в аperiodических параметрах, характерные для всех областей:

Offset (аperiodический): наблюдалось снижение при условии “Улыбка лбом” по сравнению с “Нейтральное” в центральной, фронтальной и теменно-затылочной областях.

Exponent (аperiodический): аналогичное снижение при “Улыбке лбом” в тех же трёх областях.

Таким образом, как общий уровень 1/f-фона (offset), так и крутизна спектра (exponent) были ниже в условии “Улыбка лбом” во всех трёх анализируемых областях.

Апериодические параметры FOOOF по областям

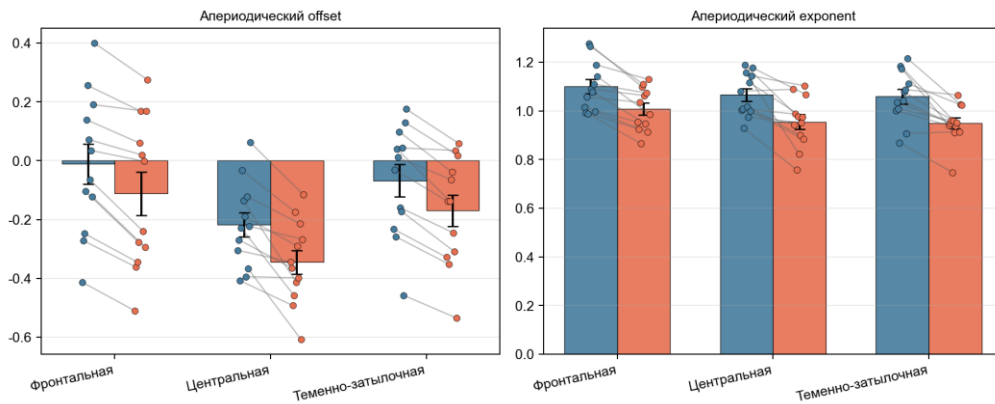


Рис. 5. Апериодические offset и exponent по областям (столбцы \pm SEM, парные линии).

Периодическая (осцилляторная) мощность была проанализирована отдельно после вычитания аperiodической компоненты (рис. 6). Анализ периодической мощности после вычитания $1/f$ -фона показал, что в тета-диапазоне (4–8 Гц) мощность была значимо выше в условии “Нейтральное” по сравнению с “Улыбка лбом” в центральной, фронтальной и теменно-затылочной областях. Аналогичное направление эффекта наблюдалось в нижнем бета-диапазоне (13–20 Гц) в центральной и фронтальной областях. В дельта-диапазоне (1–4 Гц) после поправки FDR значимых различий не обнаружено, что свидетельствует о том, что основной вклад в кластер 1–4,5 Гц вносит аperiodическая, а не осцилляторная компонента спектра. Аналогично не было выявлено достоверных отличий в альфа и верхнем бета-диапазоне.

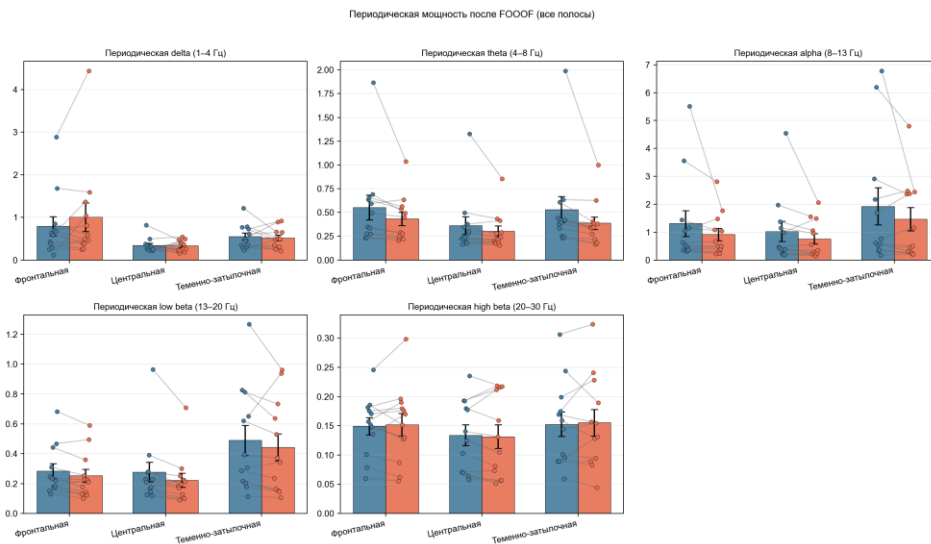


Рис. 6. Периодическая мощность в различных частотных диапазонах после вычитания аperiodической компоненты.

4. Обсуждение

Полученные данные в целом указывают на то, что выполнение техники «Улыбка лбом» сопровождается устойчивыми, хотя и умеренными, изменениями физиологических показателей по сравнению с нейтральным состоянием. Наиболее отчётливо эффект проявляется на уровне ЭЭГ, тогда как изменения показателей автономной нервной системы выражены слабее и носят характер тенденций. Такая диссоциация позволяет предположить, что техника вызывает прежде всего специфическое изменение активности центральной нервной системы, не обязательно сопровождающееся выраженной периферической вегетативной активацией.

Кластерный анализ спектральной плотности мощности выявил значимое снижение мощности в низкочастотных диапазонах при выполнении техники по сравнению с нейтральным состоянием. Важно, что этот эффект затрагивал широкие пространственно-частотные кластеры, а не отдельные локальные участки. Это свидетельствует о том, что наблюдаемая разница отражает системное изменение функционального состояния мозга. В частности, снижение мощности в диапазонах 1–4,5 Гц и 5–7 Гц может рассматриваться как признак перехода от более пассивного, фонового режима активности к более организованному состоянию, связанному с выполнением внутренней инструкции.

Дополнительный анализ с использованием FOOOF позволил уточнить природу этого эффекта. Показано, что значительная часть изменений в низкочастотной области связана со снижением аперiodического $1/f$ -компонента спектра, включая уменьшение offset и изменение exponent. Это указывает на перестройку общего спектрального фона, а не только на избирательное подавление отдельных ритмов. Вместе с тем в некоторых частотных диапазонах, прежде всего в тета- и нижнем бета-диапазонах, также наблюдалось снижение периодической мощности, что может отражать изменение функциональной организации корковой активности в процессе выполнения техники.

Отдельно стоит обсудить снижение мощности в нижнем бета-диапазоне в центральной области. Технику «Улыбка лбом» можно рассматривать не только как способ изменения мимической или аффективной активности, но и как когнитивное упражнение, требующее поддержания внутреннего образа, сосредоточения внимания и произвольного контроля над воображаемым телесным состоянием. Иными словами, испытуемый должен не просто механически выполнять инструкцию, а удерживать и актуализировать определённое внутреннее представление, что делает технику близкой к формам моторного воображения. Снижение нижней беты в центральной области хорошо согласуется с такой интерпретацией: центральные отделы коры традиционно вовлечены в процессы

сенсомоторной интеграции, планирования движений и внутренней симуляции действия. Уменьшение мощности в этом диапазоне может отражать изменение сенсомоторной готовности и перераспределение ресурсов в пользу внутренне направленного контроля. Таким образом, часть наблюдаемых физиологических эффектов может быть связана не только с эмоциональным компонентом техники, но и с её когнитивной нагрузкой, включающей моторное воображение, поддержание инструкции и внутреннюю регуляцию состояния.

Автономные показатели демонстрируют менее выраженную динамику. В отличие от обычной улыбки, техника «Улыбка лбом» не вызвала сопоставимого выраженного увеличения частоты сердечных сокращений и кожно-гальванической реакции, что позволяет рассматривать её как более “мягкое” состояние. Вместе с тем наличие тенденций к снижению вариабельности сердечного ритма может указывать на возможное перераспределение вегетативного баланса в сторону активации симпатки, хотя этот эффект не достигает степени выраженности, позволяющей говорить о сильной симпатической мобилизации. Следовательно, техника, вероятно, воздействует на состояние человека преимущественно через центральные механизмы, а периферические эффекты возникают вторично и в более слабой форме.

Важным результатом является и то, что обычная улыбка демонстрирует более выраженный периферический физиологический ответ, чем «Улыбка лбом». Это позволяет провести содержательное различие между двумя состояниями: обычная улыбка ближе к естественной эмоционально-мимической реакции, тогда как «Улыбка лбом» представляет собой более сложную, внутренне опосредованную форму выполнения инструкции. Такое различие подтверждает, что техника не сводится к простому воспроизведению улыбки, а активирует иной режим регуляции, в котором задействованы внимание, образное представление и произвольный контроль.

Таким образом, часть наблюдаемых физиологических эффектов, вероятно, обусловлена не только эмоционально-мимическим компонентом техники, но и её когнитивной нагрузкой. Можно предположить, что выполнение “Улыбки лбом” активирует состояние мягкой концентрации или внутренней сосредоточенности, при котором происходит умеренная корковая мобилизация без выраженного симпатического ответа. Такая интерпретация согласуется с характером наблюдаемых изменений: снижение низкочастотной мощности и перестройка спектрального фона при отсутствии сопоставимого роста кардиоваскулярной и кожно-гальванической активации.

5. Заключение

В совокупности результаты свидетельствуют о том, что техника “Улыбка лбом” вызывает умеренное, но воспроизводимое изменение функционального состояния мозга, сопровождающееся снижением мощности в низкочастотных диапазонах и перестройкой аперриодического спектрального фона. Наиболее вероятно, что часть этих эффектов связана не только с эмоциональной или мимической компонентой, но и с когнитивной составляющей самой техники, включая моторное воображение, поддержание внутренней инструкции и произвольную регуляцию внимания.

Таким образом, “Улыбка лбом” может быть рассмотрена как комплексная психофизиологическая процедура, сочетающая элементы когнитивного упражнения и мягкой телесно-ориентированной регуляции. Это делает ее перспективной моделью для дальнейшего изучения механизмов взаимодействия когнитивных, аффективных и сенсомоторных процессов.

6. Перспективы дальнейших исследований

Для подтверждения и более уверенной интерпретации полученных результатов необходимо повторение исследования на расширенной выборке респондентов. Для более точного понимания механизма действия техники также необходимы дополнительные исследования, направленные на изучение ее влияния на психоэмоциональное состояние и когнитивные функции как в процессе выполнения, так и после завершения упражнения. Особый интерес представляют следующие направления: оценка изменений внимания, рабочей памяти, субъективного напряжения, эмоционального тонуса и телесной осознанности; оценка эффектов, наблюдаемых непосредственно в процессе выполнения техники, и отставленных эффектов; а также сравнение техники “Улыбка лбом” с другими вариантами мысленных или моторно-образных упражнений.