



# СРАВНЕНИЕ ЧАСТОТНЫХ КОМПОНЕНТ ЭЛЕКТРОКОЖНОЙ АКТИВНОСТИ И ЭЭГ (КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ)

**НАЗАРОВ А.И.\***, Государственный университет «Дубна», Дубна, Россия,  
e-mail: koval39@inbox.ru

В проведенных автором экспериментах регистрировались кожно-гальваническая реакция (КГР, по Фере), кожный потенциал (КП, по Тарханову) и локальная энцефалограмма (ЭЭГ) лобного отведения (Fr1). КГР регистрировалась усилителем с полосой пропускания 0,05–1 Гц, КП и ЭЭГ усиливались широкополосными усилителями биопотенциалов в диапазоне 0,05–300 Гц. Сигналы КП и локальной ЭЭГ обрабатывались одним и тем же алгоритмом. В результате были получены профили динамики КП и ЭЭГ, содержащие топологически сходные низко- (НЧ) и высокочастотные (ВЧ) компоненты в диапазоне 0,05–45 Гц. НЧ-компоненты КП и ЭЭГ по форме были у одних испытуемых идентичны (синфазны) КГР, у других – контрфазны, у третьих встречались оба варианта. ВЧ-компоненты КП содержали ритмы, аналогичные ритмам ЭЭГ (Дельта, Тета, Альфа, Бета, Гамма). Однако частотный анализ показал, что ритмы КП в то же время отличаются от ритмов ЭЭГ по мощности и распределению частот во времени. Полученные данные обсуждаются в контексте изучения природы биоритмов.

**Ключевые слова:** кожно-гальваническая реакция, кожный потенциал, электроэнцефалограмма, биоритмы, частотный анализ.

## Введение

Вопрос о природе электрокожной активности (ЭКА) до сих пор остается предметом научных дискуссий. В области исследований ЭКА можно выделить два направления: в рамках первого продолжается выяснение роли периферических факторов (в частности, активности потовых желез) в характере ЭКА (Калашников, 2016; Суходоев, 2016), а другое ориентировано на изучение связи различных параметров и в целом ЭКА с центральной активностью мозговых структур (Critchley, 2002; Critchley et al., 2000; Kappeler-Setz et al., 2010; Nagai et al., 2004). В последнем обычно используются различные варианты метода картирования мозговой активности (neuroimaging), благодаря которому была обнаружена положительная корреляция между динамикой ЭКА и работой таких отделов мозга, как левая и правая медиально-префронтальная кора, билатеральная зрительная кора, мозжечок (Nagai et al., 2004). В рамках второго направления можно обозначить еще одну тематику, которая до сих пор не была представлена в психофизиологической литературе, – это соотношение амплитудных и частотных спектров ЭКА и ЭЭГ. Если учесть, что КГР (разновидность ЭКА) обычно регистрируется на периферических участках тела (пальцы руки, голе-

### Для цитаты:

Назаров А.И. Сравнение частотных компонент электрокожной активности и ЭЭГ (качественный анализ) // Экспериментальная психология. 2017. Т. 10. № 2. С. 104–113. doi:10.17759/exppsy.2017100209

\* Назаров А.И. Кандидат психологических наук, доцент, руководитель лаборатории экспериментальной психологии, Государственный университет «Дубна». E-mail: koval39@inbox.ru



ностопный сустав), а ЭЭГ – на скальпе головы (которая хотя и расположена на верхней, т. е. периферической, части тела, но вмещает в себя центральный нервный аппарат), то упомянутая тематика интересна не только сама по себе, но и с точки зрения изучения природы биоритмов организма.

Из двух вариантов показателя электрокожной активности – кожно-гальванической реакции (КГР, метод К. Фере) и кожного потенциала (КП, метод И. Тарханова) – в исследованиях функциональных состояний и реакций человека подавляющее большинство авторов отдают предпочтение первому. Однако строгое обоснование такого выбора отсутствует. Скорее это безотчетная дань традиции, которая сложилась под влиянием чисто технических трудностей регистрации КП с помощью приборов, применявшихся ранее для этих целей. Они не позволяли получать достоверные данные о КП без создания специальных и дорогостоящих условий, в которых находился испытуемый, – экранированных камер, сеток Фарадея и проч. Но с появлением методов цифровой обработки сигналов, которые в настоящее время все шире проникают в практику психофизиологических исследований, ситуация кардинально изменилась. Оказалось возможным в обычных условиях, без применения специальных защитных средств регистрировать даже низкоуровневые биоэлектрические сигналы, получая как в режиме онлайн, так и в режиме офлайн надежные и достоверные данные. А применение программных пакетов (таких как MatLab, AcqKnowledge, PowerGraph) позволяет обнаружить ряд новых свойств давно известных в психофизиологии явлений.

По всеобщему признанию, упомянутые выше два способа регистрации ЭКА измеряют разные по своей природе ее свойства. Методом Фере измеряют *сопротивление* межэлектродного участка кожи, когда через него пропускают слабый электрический ток (в случае переменного тока измеряется *проводимость* кожи). Величина этого сопротивления зависит от активности расположенных на этом участке потовых желез<sup>1</sup>, которая связана с различными физиологическими и психическими состояниями человека. Методом Тарханова измеряют «чистый» кожный *потенциал* (КП) без пропускания внешнего электрического тока через межэлектродный участок. Возможно, что КП в какой-то степени подвержен влиянию со стороны активности потовых желез. Несмотря на разную природу КГР и КП, оба показателя, по мнению ряда авторов, практически одинаково реагируют на внешний стимул (Karppler-Setz et al., 2010). Но есть и существенные различия, которые обнаруживаются при соответствующей обработке КП (см. ниже).

Дело в том, что, согласно традиционному мнению, КГР и КП – это относительно медленные процессы, динамика которых достаточно хорошо представлена в диапазоне частот до 1 Гц. Именно в таком диапазоне работают специализированные биоусилители, предназначенные для регистрации КГР или КП. Если же для регистрации КП использовать широкополосный усилитель (например, с верхней граничной частотой 1 кГц), то в сигнале КП можно увидеть довольно широкий спектр высокочастотных составляющих вплоть до 200 Гц (Назаров, 2014). В этом случае возникает вопрос: а не существует ли в спектре кожного потенциала тех же ритмов, которые до сих пор связывают только с мозговой активностью (Дельта, Альфа, Тета, Гамма, и др.)? И если они существуют, то в чем их сходство и различие?

<sup>1</sup> Как отмечает В. Суходоев, «...концептуальным недостатком традиционного подхода к механизму формирования сигнала КГР является объяснение электрических характеристик кожи исключительно на физиологическом уровне интенсивности потовыделительной функции.» (Суходоев В.В.).



Для ответа на эти вопросы была предпринята специальная обработка сигналов, регистрируемых при выполнении испытуемыми различных задач – узнавании лиц, восприятии коротких спортивных сюжетов или простых цветных изображений. Результаты изложены ниже.

### Метод

Регистрация КП, КГР и ЭЭГ<sup>2</sup> проводилась в обычном помещении без каких-либо мер по защите от наводок. Для усиления биопотенциалов применялись усилители фирмы BIOPAC (США): широкополосные DA100C (один для ЭЭГ и один для КП) и узкополосный GSR100C (для КГР) (Braithwaite, Watson, Jones, 2015). Сигналы с выходов усилителей подавались на входы многоканальной системы сбора данных E-440 (фирма L-Card, РФ; <http://www.lcard.ru>), управляемой через компьютер программным пакетом PowerGraph (РФ; <http://www.powergraph.ru>). Последний позволяет осуществлять цифровую обработку аналоговых сигналов в режимах он- и офлайн, а также производить их обработку с помощью широкого набора математических и статистических функций. Частота квантования в PowerGraph была выбрана равной 1 кГц. Для проведения частотного анализа сигналы, снимаемые с выходов биоусилителей, поступали в систему MP-150 (Биопас, США; <https://www.biopac.com>) и обрабатывались с помощью программы AcqKnowledge 4.

Биопотенциалы отводились от поверхности кожи с помощью хлор-серебряных электродов EL258S (для ЭЭГ и КП) и TSD203 (для КГР). При регистрации всех трех психофизиологических параметров общее заземление испытуемого обеспечивалось через его контакт с нейтральным электродом – одним из входивших в пару TSD203 (закреплялся на указательном пальце левой руки). Активный электрод этой пары закреплялся на подушечке среднего пальца той же руки. Третий электрод (для КП, активный) крепился на внешней поверхности кисти той же руки на участке, свободном от видимых кровеносных сосудов. Четвертый электрод размещался на левом участке лба испытуемого (позиция Fp1 в системе 10–10 стандарта для ЭЭГ). Таким образом, все отведения были монополярными с общей референтной точкой на указательном пальце левой руки.

Контакт электродов с очищенными участками кожи обеспечивался с помощью геля GEL100 и липких дисков ADD208 (Биопас). Диаметр всех электродов – 8 мм.

Ширина полосы пропускания биоусилителей ЭЭГ и КП устанавливалась в диапазоне 0,05–300 Гц, для КГР – 1 Гц. Коэффициенты усиления: 1000 для ЭЭГ, 200 для КП и  $2\mu\Omega/v$  для КГР.

Полезные сигналы на входах и выходах биоусилителей смешаны с шумом, наиболее сильной составляющей которого является частота 50 Гц. Для устранения этой частоты и ее гармоник (100, 150, 200, 250, 300 Гц) сырые данные ЭМГ и КП обрабатывались в PowerGraph с помощью алгоритма, состоящего из набора соответствующих заграждающих фильтров (Band Stop) и шумового фильтра (Noise Filter). Аналогичная процедура в MP-100 выполнялась с помощью фильтра Comb Band Stop. Сигнал КГР не нуждался в подобной обработке, поскольку предназначенный для него усилитель был настроен на прием сигналов в диапазоне 0,05–1 Гц.

После устранения наведенного шума сигналы КП и ЭЭГ фильтровались в диапазоне 0,05–45 Гц; это были *суммарные* КП и ЭЭГ, которые использовались для вычисления

<sup>2</sup> Здесь и далее имеется в виду локальная монополярная ЭЭГ лобного отведения, позиция которого на скальпе, по международной стандартной системе 10–10, обозначается как Fp1 (2–3 см над левой бровью).



среднеквадратичных (RMS) амплитуд этих показателей. Наконец, суммарные сигналы последовательно обрабатывались полосовыми фильтрами в диапазонах, соответствующих стандартным ритмам обычных ЭЭГ – Дельта (2–4 Гц), Тета (4–8 Гц), Альфа (8–13 Гц), Бета (13–30 Гц) и Гамма (36–44 Гц). Схема обработки суммарного сигнала ЭЭГ (лобное отведение Gr1) показана на рис. 1; по такой же схеме обрабатывался суммарный КП.

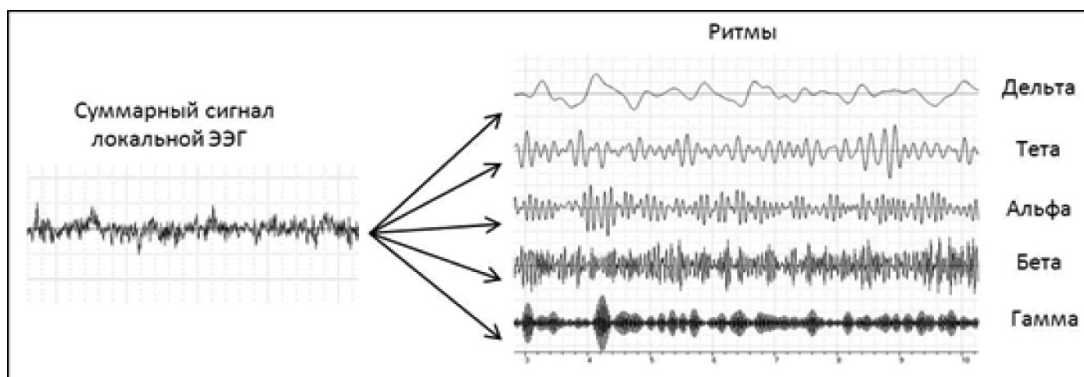


Рис. 1. Схема выделения из суммарного сигнала частотных составляющих (Дельта, Тета, Альфа, Бета, Гамма). Операции выделения составляющих цифровыми полосовыми фильтрами обозначены стрелками

### Низкочастотные компоненты

Обычно низкочастотная составляющая КП, выделяемая из суммарного сигнала с помощью фильтра 0,05–1 Гц, аналогична по форме сигналу КГР (Kappeler-Setz et al., 2010). Однако не всегда. Здесь возможны три варианта: 1) формы КП и КГР практически идентичны (коэффициент кросскорреляции больше 0,8); 2) формы КП контрфазны (зеркальные) по отношению к КГР; 3) на протяжении всего эксперимента, длящегося от 5 и более минут, соотношение формы КП и КГР может меняться и быть либо синфазными, либо контрфазными, причем, у одного и того же испытуемого. Пример первых двух вариантов приведен на рис. 2.

Здесь же на графике справа виден еще один часто встречающийся факт – наличие в сигнале ЭЭГ негативных кардио-импульсов большой амплитуды, на фоне малоамплитудных сигналов ЭЭГ; у некоторых испытуемых (более редкий случай) кардио-импульсы отсутствуют, т. е. ЭЭГ представлена в чистом виде (график слева).

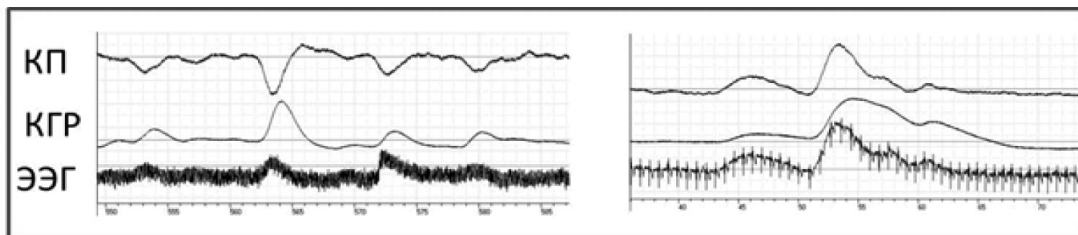


Рис. 2. Формы низкочастотных составляющих суммарных сигналов.

Слева – контрфазные, справа – синфазные КП и КГР. На графике слева суммарный сигнал ЭЭГ не содержит кардио-импульсов и поэтому представлен в увеличенном масштабе. На графике справа суммарный сигнал ЭЭГ содержит кардио-импульсы большой амплитуды, скрывающие малоамплитудную ЭЭГ. Нижняя оцифрованная ось – время (с)



В суммарных КП и КГР кардио-импульсы обычно отсутствуют у большинства испытуемых, если электроды располагаются на одной стороне тела.

### Высокочастотные компоненты (ритмы)

Высокочастотные компоненты суммарных КП и ЭЭГ выделялись путем цифровой фильтрации этих сигналов в стандартных диапазонах, применяемых обычно при анализе ЭЭГ. При этом сигналы КП обрабатывались для всех испытуемых, а сигналы ЭЭГ – только для тех испытуемых, у которых эти сигналы не содержали кардио-импульсов.

На рис. 3 показаны типичные формы суммарных КП и ЭЭГ у трех испытуемых, у которых кардио-импульсы на ЭЭГ отсутствовали. Низкочастотные (менее 2 Гц) компоненты здесь были отфильтрованы полосовым фильтром 2–45 Гц. Чтобы увидеть высокочастотные компоненты, лежащие в этом частотном диапазоне, был выбран более растянутый (по сравнению с предыдущими графиками) временной масштаб. Хорошо видно, что как в локальной ЭЭГ, так и в КП представлены разные частоты выбранного диапазона, причем можно отметить наличие топологического сходства между кривыми ЭЭГ и КП.

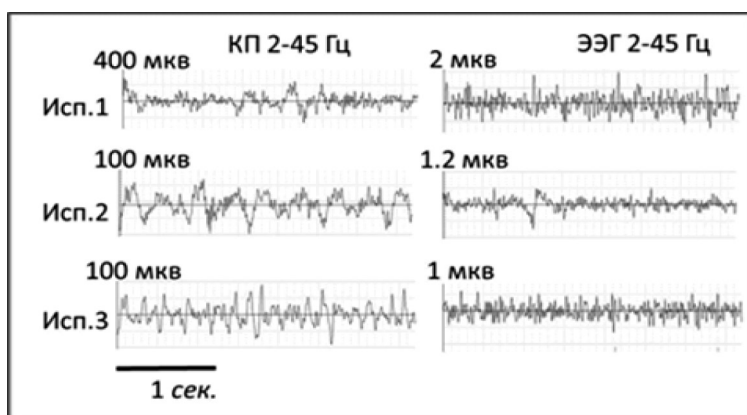


Рис. 3. Топологическое сходство между кривыми КП и ЭЭГ в диапазоне 2–45 Гц у трех испытуемых с «чистыми» ЭЭГ. Калибровка представлена вертикальным отрезком в начале каждого графика

На рис. 4 показан типичный пример суммарных КП и ЭЭГ одного из испытуемых (первый канал на левом и правом графиках) и их высокочастотных компонент, соответствующих ЭЭГ-ритмам (2–6-й каналы): Дельта, Тета, Альфа, Бета и Гамма (перечислены в порядке возрастания центральных частот). Для наглядности здесь приведен небольшой фрагмент записи во время одной пробы.

Конфигурации одноименных компонент в локальной ЭЭГ и КП в общем сходны. Различие состоит в разных амплитудах (для КП они не менее чем на порядок больше, с учетом калибровочного масштаба) и несовпадении фазовых координат пиковых значений.

Приведенные на рис. 3 и 4 графики показывают, что в КП действительно содержатся те же частотные компоненты (ритмы), которые характерны для локальной ЭЭГ. Они отличаются от последних только фазовыми координатами и амплитудами, тогда как топологические свойства у тех и других общие.

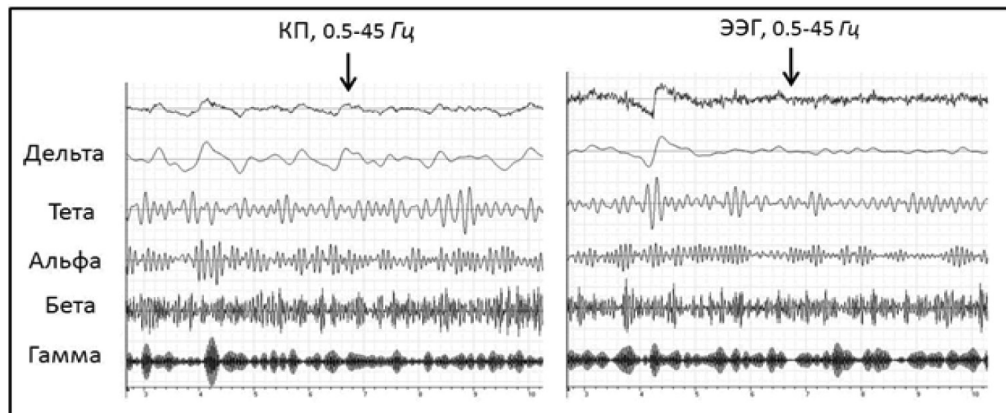


Рис. 4. Суммарные КП и ЭЭГ (верхние кривые) и их высокочастотные компоненты (сверху вниз): Дельта, Тета, Альфа, Бета, Гамма. В самом низу – ось времени с интервалами между большими делениями 1 с. Графики КП и ЭЭГ синхронизированы во времени.

При сравнении амплитуд для разных каналов следует учитывать цену одного большого деления: 5, 5, 1, 1, 1, 1 мкВ для ЭЭГ и 200, 100, 20, 10, 10, 10 мкВ для КП

### Частотный анализ КП и ЭЭГ

Частотный анализ, который недавно начал использоваться для количественной обработки энцефалограмм, был применен нами для обработки сигналов КП и ЭЭГ. Такой анализ позволяет получить несколько количественных характеристик длительного процесса как функцию от времени: среднюю мощность сигнала, среднюю (или медианную) и пиковую частоты сигнала, границы частотного спектра сигнала. Частотный анализ проводился с помощью программы AcqKnowledge 4 (фирма Вiorac, США). Обработывались суммарные сигналы КП и ЭЭГ, предварительно отфильтрованные в той же программе низкочастотным фильтром 45 Гц.<sup>3</sup> Длительность эпохи анализа составляла 1 с. Программа AcqKnowledge 4 вычисляет средние значения указанных параметров во временном интервале, равном длительности эпохи анализа. Относительно спектральной мощности (энергии) сигнала следует отметить следующее. Согласно стандартной формуле, единицей мощности является  $1 \text{ В}^2/\text{Гц}$ ; при возведении в квадрат малых величин, какими являются милли- и микровольты, получаются числа с большим количеством нулей после запятой, отделяющей десятичные разряды от целого, что затрудняет сравнение таких чисел друг с другом. Поэтому для удобства полученные в программе показатели мощности умножались на  $10^9$ .

Типичный результат примененного частотного анализа КП и ЭЭГ показан на рис. 5. С учетом калибровки (табл. 1) из данных частотного анализа, в частности, следует:

1. Амплитудный диапазон суммарного КП может значительно превышать аналогичный показатель для ЭЭГ, а его высокочастотные компоненты имеют гораздо меньшую амплитуду; поэтому средняя энергия (мощность) сигнала КП существенно меньше сигнала ЭЭГ.

2. Хотя частоты сигналов КП и ЭЭГ лежат в одном диапазоне, распределение этих частот во времени у них разное, т. е. корреляция между ними весьма низкая. Это видно на медианных кривых по несовпадению во времени «ступенек», ширина которых равна длительности эпохи анализа (1 с).

<sup>3</sup> В суммарных сигналах содержались и более высокие частоты (до 200 Гц), однако мы ограничились только диапазоном, стандартным для ЭЭГ.

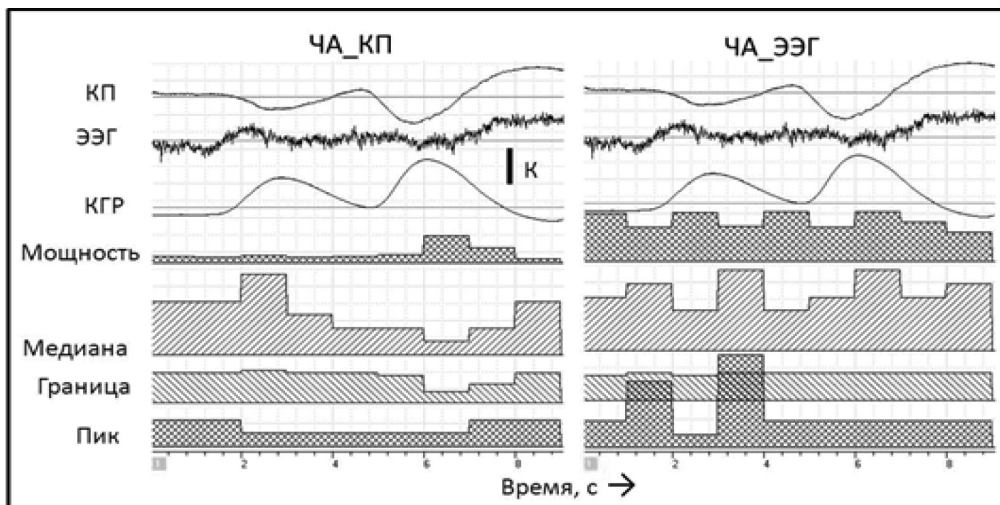


Рис. 5. Частотный анализ (штриховка) фрагмента синхронной записи КП и ЭЭГ в диапазоне 0,05–45 Гц (верхние две кривые). Эпоха анализа – 1 с. Слева – частотный анализ КП (ЧА\_КП), справа – локальной ЭЭГ (ЧА\_ЭЭГ). Оба графика представлены в одинаковом масштабе. Калибровка (на левом графике обозначена вертикальным столбиком К) см. в табл.

Таблица

**Величины калибровочного эталона (К) для рис. 5**

КП, мВ	ЭЭГ, мкВ	Параметры частотного анализа			
		Мощность, мВ <sup>2</sup> / Гц	Медиана, Гц	Граница, Гц	Пик, Гц
0,1	20	5*	10	50	10

Примечание: «\*» – умножено на 10<sup>9</sup>. Для КГР на обоих графиках К = 0,5 В = 1 μS.

3. Временная динамика параметров частотного анализа свидетельствует о непрерывности шкалы частот как в КП, так и в ЭЭГ. Это означает, что инструментарий частотного анализа может претендовать на более тонкий анализ биоритмов, по сравнению с традиционным делением их на дискретные полосы Дельта, Тета, Альфа, Бета, Гамма. Не случайно в последнее время в исследованиях ЭЭГ стали появляться названия различных поддиапазонов – Мю, Бета 1, Бета 2, и т. д.

Заметим, что эти выводы сделаны на основании данных нескольких (4 человека) испытуемых с «чистыми» ЭЭГ. Данные других испытуемых (15 человек) заставляют признать, что частотные и энергетические соотношения между КП и ЭЭГ характеризуются существенными различиями. Для систематизации этих индивидуальных различий необходимо увеличить объем выборки испытуемых с предъявлением им различных задач. Несомненным и общим для разных индивидов остается только тот факт, что в КП и ЭЭГ присутствуют аналогичные высокочастотные компоненты сравнимых диапазонов частот.

**Некоторые соображения о природе биоритмов**

Прежде всего – о сходстве и различиях между сигналами КП и КГР. В немногочисленных работах, в которых проводилось прямое сравнение этих физиологических показателей, отмечается, скорее, очень близкое сходство между ними, чем различие (Kappeler-Setz



et al., 2010). Ранее на основании собственных данных (Назаров, 2014) я также приходил к аналогичному выводу, пока, после получения вышеописанным способом большего объема данных не встретился с явно выраженными различиями. Они касаются как амплитудных, так и фазовых характеристик КП и КГР, о которых упоминалось выше (синфазные, контрфазные и смешанные варианты). Кстати, *контрфазность* не всегда означает *зеркальность*, поскольку в КП содержатся детали, отсутствующие в более инерционной КГР. Что касается высокочастотных компонент, то если в КП они присутствуют, то в КГР они отсутствуют по чисто техническим причинам, поскольку эти компоненты фильтруются в самом усилителе. Не исключено, что если бы КГР (метод Фере) регистрировалась усилителем с более широкой полосой пропускания, то и в ней можно было бы обнаружить те же высокочастотные компоненты, которые присутствуют в КП.

Теперь – о сходстве и различии между КП и ЭЭГ. Первое применимо к качественным (топологическим) характеристикам КП и ЭЭГ и выражается в том, что сравниваемые параметры имеют похожую общую картину динамики сигналов на относительно большом промежутке времени (приблизительно от 5 с и неограниченно больше). Второе относится к количественным характеристикам КП и ЭЭГ и выражается в различиях по каждому из нескольких параметров частотного анализа – спектральной мощности, средней (либо медианной) частоте, границе спектра и пиковой частоте. Детальное изучение этих различий требует проведения дополнительных экспериментов.

В заключение – об одном гипотетическом следствии, которое вытекает из представленных наблюдений. Если качественно однородные сигналы (как низко-, так и высокочастотные), каковыми являются КП и ЭЭГ, регистрируются в далеко отдаленных друг от друга участках тела, то не означает ли это, что эти сигналы исходят из одного и того же источника и, распространяясь по различным подсистемам организма, модифицируются, трансформируются или даже порождают новые сигналы, которые мы регистрируем в виде токов действия, клеточных потенциалов, миограмм, кардиограмм, энцефалограмм, кожных потенциалов и т. п.? То есть некий единый генератор формирует широкий спектр частот (шум?), из которого каждая подсистема отбирает для своего функционирования специфический для нее диапазон. С этой точки зрения, мозг *не генерирует* разночастотные волны; в различных его отделах происходят специфические трансформации шума, подобно тому, как с помощью призмы белый свет «расщепляется» на составляющие его цвета.

А что порождает этот шум? По-видимому, есть два его источника. Первый – это электромагнитное поле, в окружении которого находится живой организм. Частотный спектр этого поля чрезвычайно широкий. В.Н. Калашников, ссылаясь на работы Ж. Кальморо, развивавшего идеи А.Л. Чижевского, отмечает: «...кожа является органом поглощения космического излучения, кванты которого (а квант электрического поля – это электрон), соединяясь с внутренней энергией обмена, определяют всю энергетическую базу организма.» (Калашников, 2016, с. 6). Он же упоминает ряд других данных, которые приводят его к заключению о том, что «... электрическая активность кожи находится в прямой зависимости от электромагнитного и других полей, пронизывающих ткани тела человека. Этот факт позволяет рассматривать альтернативную... теорию проявления реакций кожного сопротивления, ставящую реакции КГР в зависимость от полевых (по сути – информационных) процессов» (Калашников, 2016, с. 7).

Другим возможным источником упомянутого шума может служить инерционность подсистем живого организма, которые, приобретая жизненный опыт, обретают способность самостоятельно генерировать специфические для них частоты *в течение некоторого ограниченного*





времени. Это позволяет таким организмам существовать какое-то время в автономном режиме, находясь в условиях частичной или полной изоляции от обычного внешнего окружения.

Все вышеизложенное свидетельствует о том, что объем полезной для психолога информации, которая содержится в параметрах электрокожной активности, еще далеко не исчерпан и не ограничивается чисто физиологическими процессами, протекающими в живой ткани.

### Литература

1. Калашиников В.Н. Электрическое сопротивление кожи как индикатор психофизиологического состояния человека [Электронный ресурс]. URL: [http://www.osoznanie.biz/info/concept\\_n\\_10.pdf](http://www.osoznanie.biz/info/concept_n_10.pdf) (дата обращения: 15.07.2016).
2. Назаров А.И. О чем еще могут рассказать электро-кожные потенциалы? [Электронный ресурс] // Психологический журнал Международного университета природы, общества и человека «Дубна». 2014. № 4. С. 109–122. URL: [www.psyanima.ru](http://www.psyanima.ru) (дата обращения: 15.07.2016).
3. Суходоев В.В. Модифицированная методика измерений и оценки кожно-гальванических реакций человека [Электронный ресурс]. URL: [http://www.ipras.ru/cntnt/rus/institut\\_p/publikacii/stati\\_sotr/vvsuhodeev.html](http://www.ipras.ru/cntnt/rus/institut_p/publikacii/stati_sotr/vvsuhodeev.html) (дата обращения: 15.07.2016).
4. Braithwaite J.J., Watson D.G., Jones R. A Guide for Analysing Electrodermal Activity (EDA) & Skin Conductance Responses (SCRs) for Psychological Experiments [Электронный ресурс] // Technical Report, 2nd version: Selective Attention & Awareness Laboratory (SAAL), Behavioural Brain Sciences Centre, University of Birmingham, UK. 2015. URL: <http://www.birmingham.ac.uk/Documents/colleges/psych/saal/guide-electrodermal-activity.pdf> (дата обращения: 15.07.2016).
5. Critchley H.D. Review: Electrodermal Responses: What Happens in the Brain // The Neuroscientist. 2002. Vol. 8. № 2. P. 132–142. doi: 10.1177/107385840200800209
6. Critchley H.D., Elliott R., Mathias C.J., Dolan R.J. Neural activity relating to generation and representation of galvanic skin conductance responses: a functional magnetic resonance imaging study // Journal of Neuroscience. 2000. Vol. 20. № 8. P. 3033–3040.
7. Kappeler-Setz C., Schumm J., Kusserow M., Arnrich B., Tröster G. Towards Long Term Monitoring of Electrodermal Activity in Daily Life [Электронный ресурс] // International Workshop on Ubiquitous Health and Wellness, 2010. URL: [http://www.createnet.org/ubint/ubihealth/papers/Setz\\_UbiHealth\\_EDA\\_sock\\_revised.pdf](http://www.createnet.org/ubint/ubihealth/papers/Setz_UbiHealth_EDA_sock_revised.pdf) (дата обращения: 15.07.2016).
8. Nagai Y., Critchley H.D., Featherstone E., Trimble M.R., Dolan R.J. Activity in ventromedial prefrontal cortex covaries with sympathetic skin conductance level: a physiological account of a “default mode” of brain function // NeuroImage. 2004. Vol. 22. № 1. P. 243–251. doi: 10.1016/j.neuroimage.2004.01.019

## COMPARISON OF THE EDA AND EEG FREQUENCY COMPONENTS (QUALITATIVE ANALYSIS)

NAZAROV A.I.\* , State University «Dubna», Dubna, Russia,  
e-mail: koval39@inbox.ru

The author recorded galvanic skin response (GSR, Feret method), skin potential (SP, Tarkhanov method) and local frontal encephalogram (Fp1). GSR was recorded with an amplifier bandwidth of 0.05-1 Hz, SP and EEG amplified with biopotential broadband amplifiers in the range 0.05-300 Hz. SP and local EEG

#### For citation:

Nazarov A.I. Comparison of the EDA and EEG frequency components (qualitative analysis). *Ekspperimental'naya psikhologiya = Experimental psychology (Russia)*, 2017, vol. 10, no. 2, pp. 104–113. doi:10.17759/exppsy.2017100209

\* Nazarov A.I. Ph.D. (Psychology), Associate Professor, State University «Dubna», Dubna. E-mail: koval39@inbox.ru



signals were processed by the same algorithm. We obtained profiles of SP and EEG containing topologically similar low (LF) and high frequency (HF) components in the range of 0.05-45 Hz. LF-components of SP and EEG in some subjects were identical (in phase) of the GSR, in other subjects they were antiphased, in still others both types were observed. High-frequency components of SP contained rhythms, similar to EEG rhythms (Delta, Theta, Alpha, Beta, Gamma). However, frequency analysis showed that SP rhythms differ from local EEG rhythms in power and frequency distribution. The findings are discussed in the context of the nature of biorhythms.

**Keywords:** galvanic skin response, skin potential, electroencephalogram, biorhythms, frequency analysis.

## References

1. Braithwaite J.J., Watson D.G., Jones R. *A Guide for Analysing Electrodermal Activity (EDA) & Skin Conductance Responses (SCRs) for Psychological Experiments*. Technical Report, 2nd version: Selective Attention & Awareness Laboratory (SAAL), Behavioural Brain Sciences Centre, University of Birmingham, UK. 2015. URL: <http://www.birmingham.ac.uk/Documents/college-les/psych/saal/guide-electrodermal-activity.pdf>
2. Critchley H.D. Review: Electrodermal Responses: What Happens in the Brain. *The Neuroscientist*, 2002, vol. 8, no. 2, pp. 132–142. doi: 10.1177/107385840200800209
3. Critchley H.D., Elliott R., Mathias C.J., Dolan R.J. Neural activity relating to generation and representation of galvanic skin conductance responses: a functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Neuroscience*, 2000, vol. 20, no. 8, pp. 3033–3040.
4. Kalashnikov V.N. *Elektricheskoe soprotivlenie kozhi kak indikator psikhofiziologicheskogo sostoyaniya cheloveka* [Elektronnyi resurs] [*Electrical skin resistance as indicator of human psychophysiological status*]. Available at: [http://www.osoznanie.biz/info/concept\\_n\\_10.pdf](http://www.osoznanie.biz/info/concept_n_10.pdf) (Accessed: 15.07.2016)
5. Kappeler-Setz C., Schumm J., Kusserow M., Arnrich B., Tröster G. Towards Long Term Monitoring of Electrodermal Activity in Daily Life. In *International Workshop on Ubiquitous Health and Wellness*, 2010. URL: [http://www.createnet.org/ubint/ubihealth/papers/Setz\\_UbiHealth\\_EDA\\_sock\\_revised.pdf](http://www.createnet.org/ubint/ubihealth/papers/Setz_UbiHealth_EDA_sock_revised.pdf)
6. Nagai Y., Critchley H., Featherstone E., Trimble M., Dolan R. Activity in ventromedial prefrontal cortex covaries with sympathetic skin conductance level: a physiological account of a “default mode” of brain function. *NeuroImage*, 2004, vol. 22, no. 1, pp. 243–251. doi: 10.1016/j.neuroimage.2004.01.019
7. Nazarov A.I. O chem eshche mogut rasskazat' elektro-kozhnye potentsialy? [Elektronnyi resurs] [What else can tell electro-skin potentials?]. *Psikhologicheskii zhurnal Mezhdunarodnogo universiteta prirody, obshchestva i cheloveka «Dubna»* [*Dubna Psychological Journal*], 2014, no. 4, pp. 109–122. Available at: [www.psyanima.ru](http://www.psyanima.ru) (Accessed: 15.07.2016)
8. Sukhodoev V.V. *Modifitsirovannaya metodika izmerenii i otsenki kozhno-gal'vanicheskikh reaktsii cheloveka* [Elektronnyi resurs] [*Modified method for measurement and evaluation human electro-dermal reactions*]. Available at: [http://www.ipras.ru/cntnt/rus/institut\\_p/publikacii/stati\\_sotr/vvsuhodeev.html](http://www.ipras.ru/cntnt/rus/institut_p/publikacii/stati_sotr/vvsuhodeev.html) (Accessed: 15.07.2016)