

СРАВНЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭЛЕКТРОДЕРМАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРОСМОТРЕ ВИДЕОФИЛЬМОВ¹

МИРГОРОДСКИЙ В. И., *Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН, Москва*

ДЕМЕНТИЕНКО В. В., *Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН, Москва*

ДОРОХОВ В. Б., *Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва*

ГЕРАСИМОВ В. В., *Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН, Москва*

ПЕШИН С. В., *Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН, Москва*

ШАХНАРОВИЧ В. М., *ЗАО «НЕЙРОКОМ», Москва*

Основной задачей настоящей работы является изучение характера восприятия по показателям фазической электродермальной реакции как у отдельных испытуемых, так и при парном просмотре видеофильма (как социально значимого информационного продукта). Показано наличие статистически значимой корреляции электродермальных реакций, регистрируемых у отдельно взятого субъекта при повторных просмотрах видеофильмов и при совместном (парном) просмотре видеофильмов. Отмеченная закономерность позволяет выделять группы лиц со схожим типом восприятия социально значимой информации, а также осуществлять подбор партнеров для успешной совместной деятельности.

Ключевые слова: электродермальная активность, физическая электродермальная реакция, индивидуальные различия, корреляция, совместное восприятие видеофильма.

Вопросы изучения совместной групповой деятельности (Журавлев, 2005) объективными методами привлекают все большее внимание исследователей (Hari, Kujala, 2009; Hasson et al., 2004; Wackermann, 2004; Frith C., Frith U., 1999; Chadi et al., 2003), что приводит к выделению этого направления в самостоятельный раздел – социальные нейронауки (Сасиорро, 1994; Norman et al., 2010). Эта новая междисциплинарная область посвящена исследованиям роли биологических систем в реализации социальных процессов и поведения. Очевидно, что человеческий мозг и психика формируются и функционируют в условиях непрерывного взаимодействия с миром и другими людьми. Изучение социальных процессов методами нейронаук потребовало развития нового парадигмального подхода к когнитивным исследованиям реальной деятельности. До начала 90-х годов экспериментальные парадигмы базировались на создании в лаборатории контролируемых условий, касающихся состояния испытуемого, его мотивации и установок, а также предъявляемых стимулов.

Переход к исследованию нейробиологических основ социального взаимодействия привел к необходимости приблизить условия эксперимента к реальным и, что принципиально, перейти к исследованию физиологических реакций организма двух или более непосредственно взаимодействующих индивидуумов. Для проведения анализа динамических аспектов социального взаимодействия потребовалась разработка методик одновременной регистрации физиологических показателей у двух и более субъектов. Существующие тех-

¹Работа поддержана грантом РФФИ № 08-07-00352а.



нологии позволяют анализировать активность структур мозга методом нейровизуализации с помощью функциональной магниторезонансной томографии одновременно у двух пространственно удаленных друг от друга субъектов, общающихся между собой с помощью интернета (Montague et al., 2002). Однако определенным недостатком этого весьма информативного метода является его относительная инерционность – с временным разрешением порядка 1 секунды и более. Регистрация электроэнцефалограммы позволяет исследовать более быстрые мозговые процессы при выполнении совместной деятельности одновременно у двух (Tognoli et al., 2007; Wackermann, 2004; Rozenkrants et al., 2008) и даже четырех человек (Babiloni et al., 2007). Одним из примеров таких исследований является изучение реакции одного испытуемого на повторное предъявление статичных изображений людей или, что более естественно, – видеофильмов (Hasson et al., 2004; Pessoa, 2004; Kay et al., 2008; Rozenkrants et al., 2008; Jang et al., 2008; Kreibig et al., 2007).

Регистрация показателей деятельности автономной нервной системы, таких, как частота пульса, дыхание, моргание, электродермальная активность и другие, позволяет оценить неспецифические особенности социального взаимодействия, связанные с эмоциональными и активационными компонентами (Kreibig et al., 2007). Средства регистрации этих показателей отличаются большей измерительной простотой по сравнению с томографией и электроэнцефалографией, однако в доступной нам литературе мы не нашли исследований с регистрацией вегетативных показателей при совместной деятельности испытуемых; эти методы использовались лишь для изучения межиндивидуальных различий с повторным предъявлением одному испытуемому социально значимых стимулов (Kreibig et al., 2007; Jang et al., 2008).

Электродермальная активность – изменение электрических свойств кожи (Алдерсон, 1985; Dawson et al., 1990) – один из самых известных электрофизиологических параметров, широко используемых в психофизиологических и психологических исследованиях. Существуют тонические изменения электродермальной активности (ЭДА) с постоянными времени изменений несколько минут, фазические электродермальные реакции (ЭДР) с постоянными времени изменений несколько секунд, тесно связанные с ориентировочным рефлексом (Соколов, 1981) и возникающие в ответ на стимулы, а также ЭДР без зарегистрированных стимулов (неспецифические или спонтанные).

Регистрация сигналов ЭДР имеет ряд определенных преимуществ перед другими показателями активации автономной нервной системы. Во-первых, это надежное выделение сигнала ЭДР в ответ на одиночный стимул, не требующее большого числа суммаций, что особенно важно для психофизиологических экспериментов, связанных с исследованием поведения в редко встречающихся ситуациях и появлением значимых стимулов эндогенного происхождения (Collet et al., 1996). Во-вторых, показано, что появление ЭДР преимущественно связано с информационно-эмоциональными и другими несоматическими компонентами активации организма (Dawson et al., 1990). И наконец, в-третьих, известно, что эккриновые потоотделительные железы, определяющие генез ЭДР, имеют чисто симпатическую иннервацию в отличие от других органов, которые имеют смешанную симпатическую и парасимпатическую иннервацию (Dawson et al., 1990).

Ранее в наших исследованиях (Дементенко и др., 2000а; Дорохов и др., 2000) были использованы методы регистрации фазических ЭДР для анализа снижения уровня бодрствования при монотонной деятельности при повторных экспериментах, а также для изучения половых различий (Дементенко и др., 2000б). Для идентификации момента воз-

никновения ЭДР применялись разработанные нами алгоритмы выделения по форме ЭДР-сигнала (Дементенко и др., 2000 а).

Целью нашего исследования была оценка эффективности использования фазической ЭДР для анализа парной деятельности на примере совместного восприятия видеофильма (добавим лишь, что в доступной нам литературе мы не встретили описания исследований с регистрацией фазических ЭДР у двух человек одновременно). Задача исследования состояла в оценке эффективности использования фазических электродермальных реакций для определения сходства и различия в индивидуальных характеристиках восприятия видеофильмов. Для этого был проведен анализ: 1) корреляции сигналов ЭДР у одного испытуемого при повторных просмотрах одного видеофильма; 2) корреляции сигналов ЭДР у двух испытуемых при одновременном просмотре одного видеофильма; 3) корреляции сигналов ЭДР у двух испытуемых при независимых просмотрах ими одинаковых видеофильмов в разное время. Предварительные результаты этого исследования были опубликованы ранее (Дементенко и др., 2010).

Методика

Стимулы. В качестве стимульного материала использовалось два видеоматериала, представляющих собой художественные фильмы: «Жизнь других» («Life of others») – две части по 1.5 часа, «Перевозчик-3» («Transporter-3») – первая часть длительностью 1 час. Просмотр видеоматериала осуществлялся на экране 17”–22” монитора.

Процедура. Испытуемых было 19 человек (10 мужчин и 9 женщин) в возрасте от 26 до 75 лет. Эксперименты проводились в изолированном помещении с дневным освещением и комфортной температурой в диапазоне 20–25°С. Испытуемые находились в состоянии покоя для исключения артефактных сигналов, связанных с движениями. Было проведено две серии экспериментов: первая – с регистрацией ЭДР у испытуемых по отдельности и вторая – с одновременной регистрацией ЭДР у двух испытуемых. В первой серии экспериментов регистрация ЭДР осуществлялась у одиночных испытуемых при повторных просмотрах фильма: 1) с двух разных пальцев левой руки; 2) со средних пальцев обеих рук. В этой серии приняли участие двое испытуемых, которые по 2–3 раза участвовали в повторных экспериментах с просмотром фильма. Во второй серии участвовали 18 испытуемых; сигналы ЭДР регистрировались со средних пальцев левой руки. Всего было выполнено 11 экспериментов с просмотром фильма «Перевозчик-3», 10 экспериментов – с просмотром фильма «Жизнь других». Испытуемые получали инструкцию: смотреть фильм, не разговаривать, не отвлекаться и по возможности меньше двигаться.

Регистрация. Регистрация сигналов ЭДР осуществлялась по методу Фере: измерялось сопротивление кожи при пропускании тока величиной менее 10 мкА между двумя электродами, помещенными на средний палец руки. Использовались медные электроды, выполненные в виде полуколец, охватывающих внутреннюю часть третьей фаланги пальца. Ширина электродов составляла 6 мм, межэлектродное расстояние – 5 мм. Измерения проводились без электродной пасты, «сухим способом». Для регистрации использовали аппаратуру, выполненную на основе 24-разрядного сигма-дельта АЦП производства фирмы «НЕЙРОКОМ» (Москва). Данная аппаратура позволяет одновременно регистрировать сигналы ЭДР по двум независимым каналам с частотой дискретизации 8 Гц. Эффективная фильтрация сетевых помех с частотой 50 Гц позволяла регистрировать сигналы ЭДР с высокой точностью – среднеквадратичная ошибка измерения сопротивления обычно не пре-



вышла 10 Ом. Для средней величины измеряемых сопротивлений около 100 кОм относительная ошибка составляет 0.01 %, что вполне достаточно для надежной регистрации сигналов ЭДР во всем представляющем интерес диапазоне сопротивлений величиной до 0.2 %.

Обработка данных. Обработка сигналов обеспечивала получение информации о корреляционных взаимосвязях между сигналами фазических ЭДР, зарегистрированных в разных экспериментах, и проводилась с учетом специфики сигналов ЭДР в три этапа.

На первом этапе проводилось выделение из записи электродермальной активности (ЭДА) фазической электродермальной реакции (ЭДР). Для этого использовался специально разработанный нами модифицированный алгоритм (см. Дементенко и др., 2000б), позволяющий детектировать более 90 % фазических сигналов ЭДР величиной более 0.2 %. За момент возникновения ЭДР принималось срединное значение между началом ЭДР и точкой минимума, с точностью, определяемой частотой дискретизации сигнала 8 Гц. На рис. 3 представлен пример выделения фазической электродермальной реакции из записи электродермальной активности с использованием разработанного нами алгоритма.

На втором этапе проводилась собственно корреляционная обработка сигналов (отдельно для каждого фильма) методом подсчета количества сигналов ЭДР, одновременно попадающих в заданный временной интервал (0.2–0.3 сек). Сравнивались данные всех испытуемых, которые смотрели один и тот же фильм, независимо от того, осуществлялся ли просмотр фильма испытуемыми самостоятельно (1-я серия экспериментов) или совместно в паре (2-я серия экспериментов). Поскольку экспериментальные данные были получены на основании одинаковых предъявляемых испытуемым материалов, момент начала записи которых мог несколько отличаться в разных экспериментах, корреляционный анализ осуществлялся при переменном сдвиге данных относительно друг друга в диапазоне до 20 сек. Результаты, выраженные в проценте совпадающих по времени возникновения сигналов ЭДР, подвергались дальнейшему анализу.

На третьем этапе проводилась оценка вероятности случайной реализации результатов, полученных на втором этапе обработки данных (оценка валидности полученных результатов). Для этого выполнялось компьютерное моделирование на основе использования стандартных алгоритмов генерации случайных сигналов с равномерным распределением. Следует отметить, что поскольку моделируются случайные временные положения сигналов ЭДР, а эти сигналы могут возникать в любой момент времени, то генерация сигналов с равномерным распределением является в данном случае оптимальным алгоритмом. Использовалось 300 компьютерных симуляций экспериментов и определялось число экспериментов со значениями коэффициентов корреляции сигналов, большими или равными полученным после второго этапа обработки. Далее, разделив итоговую сумму на общее число симуляций (обычно 300), мы получаем нормированное значение, выраженное в процентах (для оценки точности таких вычислений были проведены компьютерные симуляции экспериментов в количестве 3000).

Результаты

На рис. 1 представлены примеры сигналов одного испытуемого в первом типе экспериментов при повторном просмотре фильма «Перевозчик-3».

Как видно, корреляцию полученных сигналов нетрудно заметить и визуально – графики похожи. Однако в экспериментах второго типа при одновременной регистрации электродермальной активности у разных испытуемых наблюдалась иная картина.

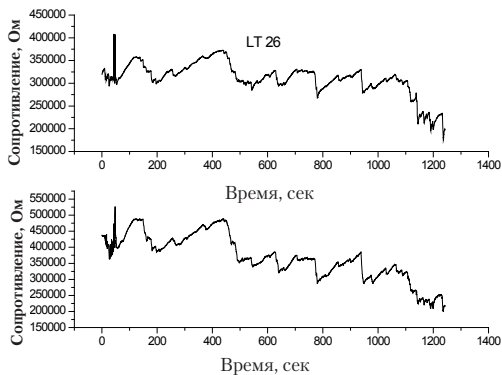


Рис. 1. Регистрация электрического сопротивления кожи в двух экспериментах у испытуемой LT (первый тип экспериментов). Электроды располагались на среднем пальце левой руки (верхний график) и среднем пальце правой руки (нижний график)

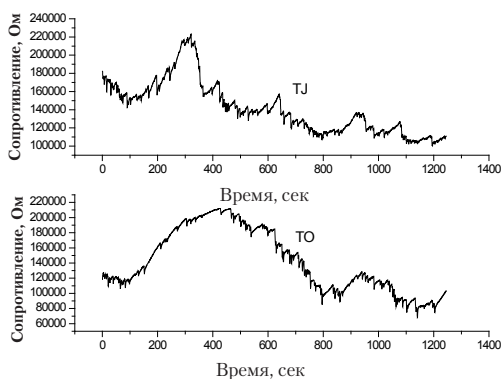


Рис. 2. Регистрация электрического сопротивления кожи одновременно у испытуемых TJ и ТО (второй тип экспериментов). Электроды располагались на средних пальцах левых рук

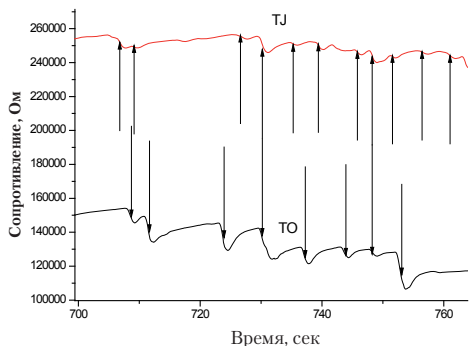


Рис. 3. Пример выделения фазической электродермальной реакции из записей электродермальной активности с использованием разработанного нами алгоритма. Фрагмент сигналов, представленных на рис. 2. Стрелками отмечены фазические сигналы ЭДР. Видны два совпадения сигналов ЭДР у обеих испытуемых

В этом случае корреляции между сигналами ЭДР видны хуже, однако они все же присутствуют, что хорошо видно на изображении увеличенного фрагмента рис. 2 (см. рис. 3), где представлен пример выделения фазической электродермальной реакции из записи электродермальной активности с использованием разработанного нами алгоритма.

В процессе корреляционного анализа происходит автоматический подсчет совпадений во времени сигналов ЭДР (отмечены на рис. 3 сплошными стрелками, соединяющими сигналы ЭДР верхнего и нижнего графиков). Полученное число делится на среднее геометрическое значение чисел сигналов ЭДР в обоих каналах, а результат выражается в процентах; полученное значение отражает степень корреляции сигналов ЭДР в разных каналах. Например, если взять два одинаковых сигнала, то корреляция равна 100%; если не имеется ни одной пары совпадающих друг с другом сигналов ЭДР, то корреляция будет равна 0%.

Дальнейший анализ результатов осуществлялся путем анализа таблиц (матриц) двух типов: в первых содержатся данные о процентах совпавших сигналов ЭДР (коэффициенты корреляции), а во вторых матрицах той же размерности содержатся данные о надежности этих значений (валидности) – вероятности случайной реализации таких совпадений сигналов ЭДР.

Результаты, полученные при просмотре разных фильмов, требуют отдельного рассмотрения.

Фильм «Перевозчик-3». Результаты первой и второй серии экспериментов с просмотром фильма как одним (повторно), так и двумя испытуемыми представлены в табл. 1 (обработка всего массива полученных данных потребовала созда-



ния результирующих матриц достаточно большой (для визуального анализа) размерности – она составила 14x14). Анализ полученных матриц показал, что вдоль главной диагонали матрицы совпадают значения, равные 100 %, что означает полную корреляцию сигнала с самим собой (автокорреляцию). Недиагональные значения величиной 100 % отсутствуют, что означает отсутствие полной корреляции между различными сигналами, что, однако, и неудивительно.

Из-за громоздкости матриц анализ полученных результатов удобно проводить на основе приведенной ниже табл. 1, в которой коэффициенты корреляции сигналов ЭДР с указанием их вероятностей случайной реализации помещены в порядке убывания. В таблице приведены данные с вероятностями случайной реализации менее или равными 11 %, т. е. наиболее надежные.

Таблица 1

Номер элемента	Индекс 1	Индекс 2	Корреляция (%)	Вероятность случайной реализации (%)
1	9	10	72	0
2	7	8	58	0
3	3	4	41	0
4	5	6	34	0
5	2	12	22	10
6	11	14	18	4
7	8	9	18	3
8	3	9	17	5
9	1	6	17	7
10	6	8	17	7
11	9	11	17	10

Примеч.: первый столбец – это порядковый номер элемента, второй и третий – индексы элемента матрицы (необходимы для идентификации испытуемых), в четвертом столбце указаны коэффициенты корреляции сигналов ЭДР, а в пятом – вероятность случайной реализации полученного процента совпадения.

В данном случае анализ наибольших значений корреляций выявил четыре эксперимента (с 1-го по 4-й), где процент совпадений колебался от 72 % – элемент (9,10) до 34 % – элемент (5,6). Как оказалось, все эти эксперименты со столь большими значениями корреляции сигналов ЭДР относились к первому типу, а именно: в них оба сигнала снимались с разных отведений одного испытуемого. Результаты проведенных нами ранее экспериментов свидетельствуют о том, что сигналы ЭДР, записанные с разных отведений, но у одного испытуемого, как раз и обладают высокой степенью коррелированности – в некоторых случаях вплоть до 90 %.

Дальнейший анализ элементов матрицы с учетом уменьшения их величин показал, что максимальная степень корреляции сигналов для разных испытуемых соответствует элементу (2,12) и составляет почти 22 % при вероятности случайной реализации 10 %, затем следует элемент (11,14) с величиной корреляции 18 % и вероятностью случайной реализации всего 4 %, элемент (8,9) – 18 % и вероятностью случайной реализации 3 %, элемент

(3,9) – 17 % и вероятностью случайной реализации 5 %, элемент (1,6) – 17 % и вероятностью случайной реализации 7 %, элемент (6,8) – 17 % и вероятностью случайной реализации 7 %, элемент (9,11) – 17 % и вероятностью случайной реализации 10 % и т. д.

Как видно, степень корреляции сигналов ЭДР не связана прямо с вероятностью случайной реализации таких совпадений, что неудивительно, поскольку могут существовать более вероятные расположения сигналов ЭДР, например, расположенные равномерно (через равные промежутки времени), а у таких распределений, как известно, велика энтропия. При этом существуют и менее вероятные расположения, когда сигналы ЭДР распределены во времени неравномерно, например, имеют одну или несколько точек сгущения; у такого рода распределений, как известно, энтропия меньше, чем у однородных.

В связи с этим представляется целесообразным сделать акцент на тех результатах экспериментов, которые могут быть случайными с низким процентом вероятности. Анализ элементов с большими значениями вероятностей случайных реализаций вряд ли может быть продуктивен из-за малой надежности последних. Таким образом, целесообразно ограничиться значениями вероятностей случайных реализаций менее или равными 11 % в связи с тем, что вероятность около 11 % представляется еще не столь значительной, однако количество элементов корреляционной матрицы, удовлетворяющих этому условию, не слишком мало ≈ 10 .

Итак, на основе «расшифровки» представленных элементов (11,14), (8,9), (3,9), (1,6), (6,8), (9,11) можно выделить (попарно) испытуемых, сигналы которых коррелируют друг с другом, – это (ZD,TJ), (LT,LT), (GV,LT), (MV,GV), (GV, LT), (LT, AG). (LT,LT) обозначает в данном случае корреляцию сигналов испытуемой LT, полученных в разных экспериментах. Здесь мы ограничиваемся лишь парными корреляциями, однако таким же образом можно получить информацию и о корреляциях внутри больших групп испытуемых, поскольку показатели некоторых испытуемых встречаются в списке значимых парных корреляций по нескольку раз, например, показатели испытуемой LT встречаются пять раз, а испытуемой GV три раза. Поскольку испытуемые GV и LT встречаются как в паре друг с другом, так и в парах с другими испытуемыми, то, по-видимому, можно сказать, что показатели этих испытуемых объединяют большинство из перечисленных случаев, кроме (ZD,TJ). Следовательно, типы восприятия представленного материала группой испытуемых GV, LT и MV имеют схожие черты.

Фильм «Жизнь других», часть 1. В данном случае была проведена только серия экспериментов второго типа – при одновременном просмотре фильма двумя испытуемыми.

Итак, размерность матрицы и в этом случае составила 14x14. Анализ показывает, что вдоль главной диагонали мы имеем значения 100 %, что означает, как и ранее, полную корреляцию сигналов самих с собою (автокорреляцию); недиагональные значения 100 % отсутствуют, что означает отсутствие полной корреляции между различными сигналами.

Анализ элементов этой матрицы свидетельствует об отсутствии также максимальных значений корреляции в области, примыкающей к главной диагонали (в отличие от предыдущего эксперимента с просмотром фильма «Перевозчик-3»), что связано с экспериментальной процедурой, а именно с тем, что в этом случае проводились эксперименты второго типа, когда запись сигналов осуществлялась с разных испытуемых.

Как и ранее, из-за громоздкости матриц анализ полученных результатов удобно проводить на основе приведенной ниже табл. 2, в которой коэффициенты корреляции сигналов ЭДР с указанием их вероятностей случайной реализации помещены в порядке убывания. В таблице приведены данные с вероятностями случайной реализации менее или равными 11 %, т. е. наиболее надежные.



Таблица 2

Номер элемента	Индекс 1	Индекс 2	Корреляция (%)	Вероятность случайной реализации (%)
1	10	12	15	8
2	8	10	14	10
3	1	2	13	1
4	4	11	12	11
5	13	14	11	6

Примеч.: первый столбец – это порядковый номер элемента, второй и третий – индексы элемента матрицы (необходимы для идентификации испытуемых), в четвертом столбце указаны коэффициенты корреляции сигналов ЭДР, а в пятом – вероятность случайной реализации полученного процента совпадения.

Анализ элементов матрицы по мере уменьшения величины корреляции показал, что максимальная степень корреляции сигналов для разных испытуемых соответствует элементу (10,12) и составляет почти 15 % при вероятности случайной реализации 8 %, далее следует элемент (8,10) с величиной корреляции 14 % и вероятностью случайной реализации 10 %, затем следует (1,2) с величиной корреляции 13 % и вероятностью случайной реализации всего 1 %, далее следует элемент (4,11) с корреляцией 12 % и вероятностью случайной реализации 11 %, элемент (13,14) с корреляцией 11 % и вероятностью случайной реализации 6 % и т. д. Результаты указывают на то, что степень совпадения сигналов ЭДР и в этом случае не связана прямо с вероятностью случайной реализации таких совпадений, объяснения чему приведены выше.

На основе «расшифровки» представленных элементов (10,12), (8,10), (1,2), (4,11) и (13,14) можно выделить испытуемых, сигналы с которых коррелируют друг с другом, – это прежде всего пары испытуемых (МА,KN), (ТJ,МА), (MP,MT), (NA,RA), (MV,GeV). И в этом случае мы можем экстраполировать результаты подсчета парных корреляций на анализ больших групп испытуемых; некоторые испытуемые встречаются в списке значимых парных корреляций по несколько раз. Например, показатели испытуемого МА встречаются в разных комбинациях два раза. Поскольку наблюдается совпадение показателей испытуемого МА с показателями испытуемых KN и ТJ, то можно говорить, что типы восприятия представленного материала этой группой испытуемых МА, KN и ТJ имеют сходные черты. В то же время у испытуемых MP, MT, NA, RA, MV и GeV имеются только парные корреляции, общих значимых корреляций в восприятии (в группе испытуемых более двух) не обнаружено.

Фильм «Жизнь других», часть 2. Размерность матрицы составляет, как и ранее, 14x14. Анализ полученных результатов удобно проводить на основе табл. 3, в которой представлены коэффициенты совпадения сигналов ЭДР с указанием их вероятностей случайных реализаций в порядке убывания (как и ранее, в таблице приведены данные с вероятностями случайных реализаций менее или равными 11 %).

Анализ элементов матрицы по мере уменьшения их величины показал, что максимальная степень совпадения сигналов для разных испытуемых соответствует элементу (3,8) и составляет почти 13 % при вероятности случайной реализации 10 %, далее следует элемент (11,12) с величиной совпадений 13 % и вероятностью случайной реализации 4 %, затем следует элемент (1,2) с величиной совпадений 12 % и вероятностью случайной реализации всего 2 %, далее элемент (9,11) с величиной совпадений 11 % и вероятностью слу-

Таблица 3

Номер элемента	Индекс 1	Индекс 2	Корреляция (%)	Вероятность случайной реализации (%)
1	3	8	13	10
3	11	12	13	4
5	1	2	12	2
7	9	11	11	2

Примеч.: первый столбец – это порядковый номер элемента, второй и третий – индексы элемента матрицы (необходимы для идентификации испытуемых), в четвертом столбце указаны коэффициенты корреляции сигналов ЭДР, а в пятом – вероятность случайной реализации полученного процента совпадения.

чайной реализации 2 % и т. д. Степень совпадения сигналов ЭДР и в этом случае не связана прямо с вероятностью случайной реализации таких совпадений.

Таким образом, на основе «расшифровки» представленных элементов (3,8), (11,12), (1,2) и (9,11) можно выделить испытуемых, сигналы с которых коррелируют друг с другом, – это (NB,MA), (MV,GeV), (MP,MT) и (RA,MV). И в этом случае мы можем экстраполировать результаты подсчета парных корреляций на анализ больших групп испытуемых; как во всех предыдущих случаях, показатели некоторых испытуемых встречаются в списке значимых парных корреляций по несколько раз. Таковым является испытуемый MV, показатели которого встречаются в разных комбинациях два раза. Поскольку наблюдается совпадение показателей испытуемого MV с показателями испытуемых GeV и RA, то и в этом случае можно говорить о сходном характере восприятия представленного материала этой группой испытуемых – MV, GeV и RA. В то же время у испытуемых NB, MA, MP, MT и NA общих значимых корреляций (в группе испытуемых более двух) в восприятии не обнаружено.

Таким образом, полученные нами результаты свидетельствуют о возможности проведения количественной оценки индивидуальных особенностей реакций испытуемых при восприятии идентичного видеоматериала по показателю фазических ЭДР, и, следовательно, это позволяет сделать вывод о применимости предложенного метода для оценки характера социальных взаимодействий субъектов при выполнении ими совместной деятельности (Журавлев, 2005; Сасиорро, 1994; Norman et al., 2010), что будет являться предметом дальнейших исследований.

Выводы

Предложенная процедура регистрации сигналов фазических ЭДР и их корреляционного анализа позволяет получать корреляционные соотношения между сигналами ЭДР с достаточно высокой степенью надежности, которая может быть определена путем компьютерного моделирования.

Степень коррелированности сигналов ЭДР может быть достаточно высокой – более 70 % для случаев записи сигналов с разных отведений одного испытуемого. При записи сигналов с разных отведений нескольких испытуемых степень их коррелированности сигналов обычно не превышает 20 %, но при этом вероятность случайной реализации такого совпадения может быть достаточно низкой – 3–5 %.

Анализ степени взаимной коррелированности сигналов ЭДР позволяет выделять группы испытуемых со схожим типом восприятия предъявляемого им материала.

**Литература**

- Алдерсонс А. А. Механизмы электродермальных реакций. Рига; Зинатне, 1985.
- Дементьенко В. В., Дорохов В. Б., Марков А. Г., Миргородский В. И., Герасимов В. В., Пешин С. В. Сравнение индивидуальных особенностей электродермальной реакции разных испытуемых при просмотре одинаковых видеоматериалов // Материалы Четвертой международной конференции по когнитивной науке. Томск: 2010. Т. 1. С. 236.
- Дементьенко В. В., Дорохов В. Б., Коренева Л. Г., Марков А. Г., Тарасов А. В., Шахнарович В. М. Гипотеза о природе электродермальных реакций // Физиология человека. 2000 а. Т. 26. № 2. С. 124–131.
- Дементьенко В. В., Дорохов В. Б., Коренева Л. Г., Марков А. Г., Тарасов А. В., Шахнарович В. М. Половые различия в электродермальной активности при разных уровнях бодрствования // Физиология человека. 2000 б. Т. 26. № 4. С. 136–139.
- Дорохов В. Б., Дементьенко В. В., Коренева Л. Г., Марков А. Г., Шахнарович В. М. Электродермальные показатели субъективного восприятия ошибок в деятельности при наступлении дремотного состояния // Журн. высш. нервн. деят. 2000. Т. 50. № 2. С. 206–218.
- Журавлев А. Л. Психология совместной деятельности. М.: ИП РАН, 2005.
- Соколов Е. Н. Нейронные механизмы памяти и обучения. М.: Наука, 1981.
- Babiloni F., Astolfi L., Cincotti F., Mattia D., Tocci A., Tarantino A., Marciani M., Salinari S., Gao S., Colosimo A., De Vico Fallani F. Cortical activity and connectivity of human brain during the prisoner's dilemma: an EEG hyperscanning study // Conf. Proc. IEEE. Eng. Med. Biol. Soc. 2007. P. 4953–4956.
- Cacioppo J. T. Social neuroscience: Autonomic, neuroendocrine, and immune responses to stress // Psychophysiology. 1994. V.31. (2). P. 113–128.
- Collet C., Roure R., Rada H., Dittmar A., Vernet-Maury E. Relationships between performance and skin resistance evolution involving various motor skills // Physiol. and Behav. 1996. V. 59. № 4-5. P. 953–963.
- Chadi C., Andreasen N. C., O'Leary D. S. Visualizing How One Brain Understands Another: A PET Study of Theory of Mind. // Am. J. Psychiatry. 2003.V. 160. P. 1954–1964.
- Dawson M. E., Shell A. M., Filion D. N. The electrodermal system // Principles of Psychophysiology / Eds. J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1990. P. 295–324.
- Frith C., Frith U. Interacting minds: a biological basis // Science. 1999. V. 286. P. 1692–1695.
- Hari R., Kujala M. V. Brain Basis of Human Social Interaction: From Concepts to Brain Imaging // Physiol. Rev. 2009. V.89. P. 453–479.
- Hasson U., Nir Y., Levy I., Fuhrmann G., Malach R. Intersubject synchronization of cortical activity during natural vision // Science. 2004. V. 303 (5664). P. 1634–1640.
- Jang E. H., Suk J. W., Lee Y. C., Sohn J. H. Brain function and EDA response while seeing fearful film clips // Int. J. Psychophysiol. 2008. V. 69. № 3. P. 271–272.
- Kay K. N., Naselaris T., Prenger R. J., Gallant J. L. Identifying natural images from human brain activity // Nature. 2008. V. 452. P. 352–355.
- Kreibitz S. D., Wilhelm F. H., Roth W. T., Gross J. J. Cardiovascular, electrodermal and respiratory response patterns to fear- and sadness-inducing films // Psychophysiology. 2007. V. 44. P. 787–806.
- Montague P. R., Berns G. S., Cohen J. D., McClure S. M., Pagnoni G., Dhamala M., Wiest M. C., Karpov I., King R. D., Apple N., Fisher R. E. Hyperscanning: simultaneous fMRI during linked social interactions // Neuroimage. 2002. V. 16. P. 1159–1164.
- Norman G. J., Cacioppo J. T., Berntson G. G. Social neuroscience // Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science. 2010. V. 1. P. 60–68.
- Pessoa L. Seeing the World in the Same Way // Science. 2004.V.303. № 5664. P. 1617–1618.
- Rozenkrants B., Olofsson J. K., Polich J. Affective visual event-related potentials: Arousal, valence, and repetition effects for normal and distorted pictures // Int. J. Psychophysiol. 2008. V. 67(2). P. 114–123.
- Tognoli E., Lagarde J., DeGuzman G. C., Kelso J. A. The phi complex as a neuromarker of human social coordination // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2007. V. 104. P. 8190–8195.
- Wackermann J. Dyadic Correlations between Brain Functional States: Present Facts and Future Perspectives // Mind and Matter. 2004. V. 2. № 1. P. 105–122.

COMPARISON OF INDIVIDUAL FEATURES OF ELECTRODERMAL REACTIONS IN THE SITUATION OF JOINT WATCHING OF AUDIOVISUAL STIMULI (MOVIES)

MIRGORODSKIY V.I., Institute of Radio Engineering and Electronics, Moscow

DEMENTIENKO V. V., Institute of Radio Engineering and Electronics, Moscow

DOROKHOV V.B., Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, RAS, Moscow

GERASIMOV V.V., Institute of Radio Engineering and Electronics, Moscow

PESHIN S.V., Institute of Radio Engineering and Electronics, Moscow

SHAKHAROVICH V.M., «NEIROKOM», Moscow

The main task of the current experimental study is the investigation of the nature of perception based on the characteristics of phasic electrodermal reaction in individual subjects, as well as in the situation of joint movie watching (as a socially important meaningful information product). The presence of a statistically significant correlation between electrodermal responses, recorded at the single subject in situations of repeated movie watching and in situations of joint (paired) movie watching was shown as the result of the experiment. Revealed pattern allows us to select a group of individuals with a similar type of perception of socially significant information, as well as to realize selection of partners for successful collaboration.

Keywords: electrodermal activity, phasic electrodermal reactions, individual differences, correlation, co-perception of movie.

Transliterations of the Russian references

Aldersons A. A. Mehanizmy jelektrodermal'nyh reakcij. Riga: Zinatne, 1985.

Dementienko V. V., Dorohov V. B., Markov A. G., Mirgorodskij V. I., Gerasimov V. V., Peshin S. V. Sravnenie individual'nyh osobennostej jelektrodermal'noj reakcii raznyh ispytuemyh pri prosotre odinakovyh videomaterialov // Materialy Chetvertoj mezhdunarodnoj konferencii po kognitivnoj nauke. Tomsk: 2010. T. 1. S. 236.

Dementienko V. V., Dorohov V. B., Koreneva L. G., Markov A. G., Tarasov A. V., Shahnarovich V. M. Gipoteza o prirode jelektrodermal'nyh reakcij // Fiziologija cheloveka. 2000. T. 26. № 2. S. 124–131.

Dementienko V. V., Dorohov V. B., Koreneva L. G., Markov A. G., Tarasov A. V., Shahnarovich V. M. Polovye razlichija v jelektrodermal'noj aktivnosti pri raznyh urovnjah bodrstvovaniya // Fiziologija cheloveka. 2000b. T. 26. № 4. S. 136–139.

Dorohov V. B., Dementienko V. V., Koreneva L. G., Markov A. G., Shahnarovich V. M. Jelektrodermal'nye pokazateli sub'ektivnogo vosprijatija oshibok v dejatel'nosti pri nastuplenii dremotnogo sostojaniya // Zhurn. vyssh. nervn. dejat. 2000. T. 50. № 2. S. 206–218.

Zhuravlev A. L. Psihologija sovместnoj dejatel'nosti. M.: IP RAN, 2005.

Sokolov E. N. Nejronnye mehanizmy pamjati i obuchenija. M.: Nauka, 1981.