

**УДК 339.13:004.9**

**DOI 10.29039/2413-1725-2024-10-1-262-275**

## **МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОЖНО-ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ В НЕЙРОМАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

**Ярош О. Б.**

*Институт экономики и управления ФГАОУ ВО «Крымский Федеральный университет  
им. В.И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия  
E-mail: iarosh.olga.cfu@gmail.com*

Анализ данных кожно-гальванической реакции (КГР) может предоставить ценную информацию об эмоциональных аспектах принимаемых потребителем решений о покупке или когнитивных оценках товара. Проведен мета-обзор литературы, который показал, что в отечественной практике практически отсутствуют комплексные методики анализа данных КГР в контексте маркетинговых стимулов. Основное различие в анализе этих биометрических показателей заключается в том, что важны не индивидуальные особенности испытуемых, а получение агрегированных оценок восприятия всей фокус-группы по таким стимулам, как реклама, упаковка товаров, восприятие сайтов и т. д. Для этого необходимо проводить ряд дополнительных процедур по нормализации данных и их усреднению. На основе систематизации зарубежных практик и литературных источников представлен алгоритм проведения нейромаркетингового биометрического исследования КГР.

**Ключевые слова:** кожно-гальваническая реакция, КГР, нейромаркетинг, методика обработки, индикаторы КГР, метрики КГР.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Исследования, посвященные изучению потребительского поведения с применением методов нейромаркетинга, позволяют более глубоко понять принципы принятия решений о покупке. Известно, что ключевую роль в этом играют эмоции. Для их анализа в нейромаркетинге используются инструменты, такие как ЭЭГ, лицевое кодирование, данные кожно-гальванической реакции (КГР) и другие [1].

Изучение КГР применительно к стимулам, обладающим для испытуемых потребительской ценностью, довольно редки, хотя сам по себе данный инструмент давно используется в других науках. Исследования электродермальной активности кожи используются, среди прочего, в работах в области психотерапии, диагностике расстройств личности [2]. Анализ данных КГР может дать полезную информацию об эмоциональных аспектах принимаемых решений о покупке или когнитивных потребительских оценках товара. По мнению ряда исследователей [3] показатели КГР могут указывать на концентрацию внимания, свидетельствовать об уровне эмоционального состояния потребителя при выборе товара. В литературе появилось много разноплановых подходов и методик, позволяющих анализировать эти данные. В связи с чем целью данной статьи является обзор публикаций, систематизация методик, описывающих анализ КГР при предъявлении

маркетинговых стимулов. Поиск работ по ключевым словам (*EDA, КГР, эмоции, потребитель*) был проведен с использованием таких библиографических баз как: *eLIBRARY.ru, SCOPUS.com*. Период поиска с 2005 г по настоящее время.

### 1. История применения метода

Одной из первых работ, посвященных применению КГР при оценке эффективности рекламы считается работа Х. Кохана [4]. В ней было предложено производить замеры соотношения между общей реакцией КГР и средней КГР по каждому предъявляемому стимулу с отрезками записи в 10 секунд. Впервые было показано, что больший интерес к рекламе сопровождается более высокой амплитудой электродермальной активности кожи. При этом, уровень амплитуд был статистически различен у разных испытуемых, что являлось свидетельством разной физиологической адаптации к стимулам.

В работе 1986 г. проведенной А. Акером [5] и др. исследовалась связь между ощущением тепла от рекламы и физиологическим откликом кожи. С этой целью проверяли уровень кожного сопротивления при просмотре рекламы, демонстрирующей тепло по сравнению к юмористической, раздражающей или информативной рекламе. Оказалось, что визуальные образы, связанные с жаром, огнем коррелируют с уровнем физиологического возбуждения у реципиентов.

В работе В. Гахала [6] выяснялась разница в психофизиологической активности после рекламного воздействия изображений с знаменитостями. Было показано, что именно популярность, а не визуальная привлекательность, является фактором, вызывающим более сильную электродермальную реакцию. При этом, значимой асимметрии между измерениями правой и левой руки не наблюдалось. Основным измерительным методом являлось сравнение величины изменений КГР (выраженной в процентах) по отношению к максимальной амплитуде, оцененной для каждого испытательного стимула.

В исследовании А. Гроппеля-Кляйна [7] изучалось, как различные условия окружающей среды в магазинах влияют на уровень эмоционального возбуждения потребителей при совершении покупок. Исследование проводилось в овощных магазинах, один из которых был спроектирован с учетом специальной выкладки. При анализе фазовой электродермальной активности сравнивали сумму амплитуд КГР за время посещения магазина, среднюю амплитуду в минуту, частоту реакции проводимости кожи и продолжительность пребывания в данном магазине.

Одной из наиболее сложных задач является определение готовности потребителя к покупке. В 2005 г. А. Гроппель-Кляйн [7] в своей работе предложил измерять КГР как индикатор эмоционального возбуждения в магазине (в точке продаж). Им было показано, что более приятная атмосфера магазина увеличивает фазовую электродермальную активность. При этом, магазины с более интересными выкладками товаров вызывают более высокую реакцию нежели стандартные. К основным информативным метрикам, свидетельствующим о намерении покупателя приобрести товар, относят сумму амплитуд реакции КГР. В схожем исследовании, опубликованном в 2013 г. О. Сопервуори [8] было подтверждено, что эмоциональное вовлечение крайне важно при покупках, особенно, при приобретении товаров повседневного спроса. Данное исследование выполнялось в

контексте анализа цен на продукцию разных брендов. Изначально предполагалось, что при наблюдении более высокой амплитуды КГР (и, следовательно, повышенного возбуждения) при просмотре изображения товара, происходит принятие решения о покупке. Однако, эта гипотеза в рамках проведенных исследований не подтвердилась, поскольку эмоциональное возбуждение не оказало существенного влияния на решение о покупке.

В данном ключе были выполнены исследования Ж. Герейро [9], целью которых было объяснить, как когнитивные и эмоциональные реакции могут влиять на решение о покупке продуктов двух категорий – утилитарных и гедонистических. Для этого измеряли КГР и оценивали среднюю реакцию электродермальной проводимости кожи, а также среднее время ланной реакции. Оказалось, что более высокий её уровень или сокращение времени достижения максимального уровня возбуждения связаны с большей вероятностью выбора социально ответственного продукта. Таким образом, внимание и эмоциональное возбуждение являются автономными реакциями, которые влияют на эффективность продвижения этого типа продуктов.

В отдельных работах, изучение КГР использовалось для определения физиологических и вербальных реакций потребителей в отношении упаковки продукта – эти реакции рассматривались как индикаторы, позволяющие прогнозировать его выбор. Так, в исследовании Вила-Лопеса [10] КГР была изучена на разные цвета упаковок. Основными метриками, которые выделили авторы, были среднее значение КГР, минимальные и максимальные величины в определенных интервалах времени и пиковое (максимальное) значение. Результаты данной работы показали, что упаковка разных цветов (синяя, красная и черная) и с разной информацией (простой или усиленной) приводит к разным физиологическим и когнитивным реакциям, которые в конечном итоге могут повлиять на решение потребителя попробовать продукт. Оказалось, что по сравнению с вербальными оценками, физиологические реакции являются лучшим индикатором ожидаемого поведения потребителя при выборе упаковки.

В исследовании П. Боллса [11], измерялось влияние скорости рекламы на произвольное и автоматическое внимание зрителей. Эмоциональная стимуляция, измеряемая по реакции проводимости кожи, рассматривалась как один из показателей внимания. Таким образом, возможности применение КГР в нейромаркетинговых исследованиях, с одной стороны достаточно широки, а с другой – сильно фрагментарны.

В базе научной литературы *eLIBRARY.ru* практически отсутствуют работы, посвященные анализу КГР при проведении нейромаркетинговых исследований. Среди более чем 1200 работ, посвященных изучению КГР, только 6 трудов посвящены применению КГР для анализа эмоций. К ним относятся следующие научные исследования.

В работе Тумялиса А. В. и др [12] изучение КГР совмещено с анализом данных ЭЭГ применительно к изучению индивидуальных психофизиологических различий в разных группах испытуемых, разделенных на группы по частоте альфа активности, зарегистрированной предварительно на ЭЭГ. Также, комплексное изучение физиологических параметров на основе совмещения ЭЭГ, КГР, ЭКГ,

пневмограммы приведено в диссертации А. С. Вайсертрейгера [13] при изучении неосознаваемого восприятия. Напряженное состояние человека по данным КГР изучалось О. Л. Исаевой [14], как вариант диагностики стресса. Философское осмысление теории мышления и возможностей КГР обсуждается в работе С. Коровкина [15]. Психофизиологическое изучение эффективности НЛП по данным КГР приведено в работе М. В. Звонникова [16], где анализировалось переживание прошлого опыта и интенсивность вызванных при этом эмоций.

Фактически, из анализируемых работ только одна статья Звягиной Н. В. и др. [17] релевантна маркетинговому направлению, поскольку изучает КГР, ФПГ при восприятии изображений лиц разных эмоциональных состояний. Однако, такие стимулы как товар, упаковка, визуальный вид сайтов, рекламные материалы, внешний вид торговых организаций, расположение товаров на полках магазинов не рассматриваются как объект изучения в отечественных научных работах и находятся за пределами интереса российских ученых. В результате, материалы по этому направлению, в части применения конкретных методик, отдельных методов и способов анализа данных, как правило, используются в рамках коммерческих исследований, проводимых в специализированных коммерческих лабораториях. Результаты данных исследований не публикуются в силу коммерческих ограничений на их разглашение. Поэтому получение новых данных о потребительском восприятии коммерческих продуктов, особенностей принятия решений потребителей, основанное на доказательной и научной базе, практически не обсуждается. Из-за этого, до сих пор не сложилось единых методик анализа данных электродермальной активности кожи применительно к анализу маркетинговых стимулов. Несмотря на то, что этот метод известен достаточно давно, его применение в России ограничивалось использованием в полиграфических и нейрофизиологических исследованиях. Для восполнения данного пробела весьма актуальным является выстраивания методики анализа данных КГР, которые можно применять при изучении потребительского поведения, а также для измерения эффективности рекламы, потребительских предпочтений в отношении продуктов или их решения о покупке, а также выделения соответствующих метрик и индикаторов для анализа, на основе систематизации комплекса зарубежных практик и собственного опыта автора.

## **2. Процедура и алгоритм изучения КГР в нейромаркетинговом исследовании**

### **Этап 1. Подготовительный.**

На проведение эксперимента по изучению кожногальванической реакции очень сильно влияют такие факторы как: температура и влажность в помещении, суточный ритм и время суток, прием кофеина, лекарств или никотина, а также предшествующая физическая нагрузка [18]. Согласно рекомендациям, приведенным В. Букзайн [19] температура в помещении, где проводится эксперимент, должна быть на уровне 22–24 °С. Однако этот диапазон подходит не для всех условий – рекомендуется корректировать температуру в зависимости от сезона года и вида деятельности, которую участник выполняет во время исследования. Необходимо соблюдать баланс между слишком высокой (чрезмерное потоотделение) и слишком

холодной (недостаточное потоотделение) температурой [19]. Принимая во внимание тот факт, что, как правило, измерение КГР чаще всего проводится в лаборатории, и испытуемые сидят неподвижно, в этом случае рекомендуются более высокие температуры для получения более выраженных реакций [20]. Датчики закрепляются плотно на двух пальцах, как правило – указательном и безымянном, без перетягивания, на первой фаланге пальцев. Возникшие артефакты могут быть вызваны при условии приведения эксперимента вблизи электроприборов. Также, датчики желательно закреплять не на доминирующей руке, поскольку кожа на ней менее чувствительна и более огрубевшая. У КГР бывает две основные составляющие: тоническая и физическая. Тоническая КГР связана с медленными изменениями в фоновой проводимости кожи, а физическая – с быстрыми.

#### Этап 2. Экспериментальный.

Источником вариабельности полученных результатов КГР также могут быть демографические факторы, такие как возраст, пол или эмоциональное состояние. В работе Е. Зелински [21] указывается на наличие значительной отрицательной корреляционной связи между возрастом и проводимостью кожи. Так, более низкая фазовая активность у пожилых людей видна при сравнении средних реакций КГР.

Известно, что тоническая КГР генерирует постоянно меняющуюся базальную линию. Точность ее измерения будет зависеть от нескольких факторов:

1. Времени записи. Как правило, запись реакции на стимул составляет 15 секунд. При этом, задержка, которая проявляется перед непосредственной реакцией составляет 1–3 секунды. Это время не рекомендуется [22] брать в расчет при анализе амплитуды КГР.

В нейромаркетинговых исследованиях необходимо обеспечить примерно одинаковые условия для испытуемых при регистрации наблюдений КГР на отдельно взятые маркетинговые стимулы. Затем, полученные данные от всех испытуемых усредняются.

2. Частота сбора данных. Порог в оценке КГР рекомендуется устанавливать на уровне 0,05 мкСм. Отклонения сигнала выше этого порога не рекомендуется включать в анализ. Рекомендуемая частота дискретизации канала по разным литературным данным составляет 50 Гц. Безусловно, более высокие частоты дают более высокую точность измерений. Вместе с тем, можно отметить, что согласно теореме Найквиста, требуется выборка с двойной максимальной частотой ожидаемых событий. При типичном нейромаркетинговом эксперименте вполне достаточно частоты дискретизации на уровне 35 Гц.
3. Для нейромаркетинговых исследований аналогично классическим также необходимо записать фон биометрических показателей каждого из участников эксперимента. Поскольку подобные работы не несут значительно стресса для испытуемого, как в случае применения КГР в полиграфических работах, то базовый фон можно записать, дав возможность испытуемому успокоиться в течение 2–3 минут.
4. Сама запись реакций на маркетинговые стимулы с учетом записи фона не должна превышать 30 минут, поскольку усталость испытуемого будет со временем отражаться на уровне тонической КГР и вносить искажение в

итоговые результаты.

Особенности обработки полученных данных о КГР испытуемого связаны с реализацией последовательного алгоритма, который подразумевает их нормализацию для предварительного анализа. Анализ индивидуальных различий не так важен при оценке воздействия маркетинговых стимулов, поскольку для заказчиков нейромаркетинговых экспертиз важны агрегированные данные отношения выборки респондентов к какому либо стимулу: упаковки товара, сайта, внешнего вида магазина и т.д. Для этого применяются следующие методы:

– поправки на диапазон измерений, когда рассчитывается вариация параметров КГР ( $KGR_{max} - KGR_{min}$ ). Недостаток данного метода заключается в том, что минимальные значения унифицировать по выборке испытуемых крайне затруднительно, поскольку минимальные значения и их запись сильно зависят от фона и весьма индивидуальна. Также эти данные будут определяться чувствительностью измерительного прибора, что представляет собой искусственное ограничение;

– доля самых выраженных амплитуд КГР по сравнению с минимальными значениями. Указанный подход аналогичен предыдущему и имеет серьезный недостаток: максимальные значения КГР можно получить в результате испуга, к типичным его стимулам относят хлопанье в ладоши или глубокие и резкие звуковые сигналы. Эти данные возможно использовать для определения теоретически максимального показателя КГР для конкретного испытуемого;

- стандартизация данных зачастую производится на основе среднего значения КГР и его стандартного отклонения. Данный подход наиболее оптимальный. В работах В. Букзайна [19, 22], указывается на то, что средний показатель обычно равен 50 кОм, а стандартное отклонение 10 кОм;

– исправление дрейфа в показателях КГР является важным артефактом, который необходимо контролировать, является смещение базальной линии тонической КГР вверх. Данный показатель является признаком накопления стресса и представляет собой разницу между пиком КГР и фоновыми показателями, которые фиксировались в начале записи. Поэтому принято нормализовать КГР по соотношению к фону, а не в рамках каждого стимула. Исправление дрейфа возможно на основе введения в эксперимент периодических периодов отдыха, которые можно использовать как калибровочные точки.

Этап 3. Индикаторы и метрики.

1. Оценка латентного периода (задержка) в секундах оценивается как период от момента предъявления раздражителя (стимула) до возникновения реакции, как правило, этот период не превышает 1–4 с.
2. Оценка времени нарастания (с) представляет собой интервал между началом реакции проводимости кожи (КГР) и ее пиком. Обычно используемой мерой является 50 % времени восстановления, которое выявляет время между появлением пика КГР и точкой, в которой возникает 50 % от амплитуды КГР, что равняется периоду времени, когда сигнал уменьшается на 50 % [23].
3. Оценка времени восстановления, которая составляет временной интервал между пиком КГР и до точки полного восстановления её амплитуды. Параметр может быть спорным, поскольку время восстановления растянуто по времени и

зависит от индивидуальных особенностей испытуемого, кроме того существует риск, что КГР может не вернуться к начальному уровню до начала действия следующего стимула, поэтому в литературе [24] широко используется замещающий параметр – половина времени восстановления или временной интервал между пиком КГР и точкой 50 % от восстановления амплитуды КГР.

4. Оценка самой большой амплитуды по каждому стимулу вычисляется, как разница между пиковой реакцией и нижней точкой перед пиком. Метод достаточно спорный из-за особенностей определения максимальной точки, о чем упоминалось выше.
5. Расчет средней амплитуды по всем стимулам. Данный параметр может быть полезным при нормализации данных. Также могут быть посчитаны средняя амплитуда КГР в минуту и значения средних величин амплитуды КГР для конкретного события по всей выборке испытуемых.
6. Амплитудная оценка, включающая разнонаправленные измерения: суммы, разницы между пиками КГР и оценке их стандартного отклонения.
7. Оценка количества пиков КГР в минуту (ед./мин.), площадь значимых реакций КГР по каждому стимулу. В случае скачка сигнала возможна интерпретация – наличие сильной эмоциональной реакции и стресса.
8. Нормализация исходных значений, которая позволяет оценить эмоциональное и психологическое возбуждение [25].
9. Общая частота проявления значимых реакций КГР по стимулу, измеряемая в процентах, оценивается по соотношению: (1)

$$\text{Частота проявления реакции по стимулу, \%} = \frac{S_{\text{значимых КГР}}}{S_{\text{общую КГР}}} \times 100\% \quad (1)$$

где  $S_{\text{значимых КГР}}$  – площадь значимых КГР;  $S_{\text{общая КГР}}$  – общая площадь КГР.

10. Оценка количества событий на основе расчета числа реакций КГР за выбранный период времени.

Сами по себе амплитуды фазической КГР указывают на следующие закономерности, отмеченные в работе В. Букзайн [19]:

– чем важнее стимул для испытуемого, чем сильнее реакция и дольше период восстановления;

– чем значимей амплитуда фазической КГР, тем сильнее эмоциональное возбуждение;

– чем больше времени восстановления фазической КГР, тем сильнее внимание к конкретному стимулу.

Этап 4. Методы статистического анализа полученных данных.

Перед проведением анализа рекомендуется изучить все наборы данных на предмет показателей асимметрии, эксцесса и неоднородности дисперсии. Если эти размеры удовлетворительны, то никаких поправок вносить не нужно. Выявление неоднородности дисперсии может быть выявлено с помощью критерия Ливиня. При подтверждении неоднородности необходимо проводить нормализацию индивидуальных различий по соотношению амплитуд КГР (2):

$$КГР_{\text{норм}} = (КГР_{\text{тек}} - КГР_{\text{мин}}) / (КГР_{\text{макс}} - КГР_{\text{мин}}), \quad (2)$$

где  $КГР_{\text{норм}}$  – нормализованное значение КГР;  
 $КГР_{\text{тек}}$  – текущее значение КГР на конкретный стимул;  
 $КГР_{\text{макс}}$  – максимальное значение КГР;  
 $КГР_{\text{мин}}$  – минимальное значение КГР.

Как правило, массивы показателей КГР отличающихся от нормального, признаки асимметрии и эксцесса. Убедиться в этом можно, проведя тест Колмогорова-Смирнова или для малых выборок Шапиро-Уилкса. Среди наиболее часто встречаемых в научной литературе методов обработки данных КГР относятся следующие.

1. Описательная статистика для несвязанных выборок вычисляется в порядковой шкале. Сначала вычисляется медиана, далее рассчитываются частоты встречаемости анализируемых признаков.
2. Анализ средних значений для парных выборок, который позволяет изучить воздействие какого либо стимула в разрезе гендерных различий U тест Манна-Уитни.

Мерой величины эффекта для U-критерия Манна-Уитни является  $r$ , который рассчитывается с использованием статистического значения  $Z$  и  $n_1, n_2$  – общее количество наблюдений в обеих группах:

$$r = \frac{|Z|}{\sqrt{n_1 + n_2}} \quad (3)$$

Показатель  $r$  имеет следующую интерпретацию:

Ниже 0.1 – нет эффекта;  
 $r < 0.1-0.3$  – небольшой эффект;  
 $r < 0.3-0.5$  – умеренный эффект;  
 $r = 0.5$  и выше – большой эффект [26].

3. Дисперсионный однофакторный анализ для непараметрических данных. Включает проведение H-теста Краскала-Уоллеса. Его можно использовать в тех случаях, когда нарушаются предположения одностороннего ANOVA, например, зависимая переменная измеряется в порядковой шкале. Тест похож на U-тест Манна-Уитни, но он используется для сравнения оценок в трех или более группах. Поскольку H-тест Краскала-Уоллеса не требует нормальности распределения данных, он позволяет сравнивать не средние показатели, а их ранги. Процедура включает упорядочивание наблюдений от наименьшего к наибольшему и присвоение им рангов [27]. Величина эффекта для H-теста Краскала-Уоллеса рассчитывается по такой же процедуре как для U-теста Манна-Уитни.
4. Корреляционный анализ, также достаточно часто применяется для анализа взаимосвязей между переменными. Из-за непараметрической природы данных о кожно-гальванической реакции, рассчитываются коэффициенты корреляции по Спирмену.

Обобщение данных, приведенных в литературе, применительно к используемым показателям в нейромаркетинге и применяемым методам анализа данных в этой предметной области знаний приведено в таблице 1.



**Таблица 1**  
**Метрики и методики анализа показателей кожно-гальванической реакции,**  
**применяемые в нейромаркетинговых исследованиях**

Автор	Метрика для анализа	Интерпретация	Метод анализа данных/ объект изучения	Количество участников эксперимента
С. Эрган [28]	Оценка количества пиков КГР в минуту и их амплитуды	Состояние стресса	Описательная статистика / Виртуальные прототипы дизайна архитектурных объектов	44
Д. Ким [29]	Оценка нормализованных значений КГР	Эмоциональное возбуждение	Описательная статистика / Потребительские товары	12
И. Лю [30]	Оценка нормализованных значений КГР	Психическое возбуждение	Корреляционный анализ, анализ средних значений, ANOVA / Принятие решений	19
Л. Макчиони [31]	Оценка максимального, минимального и среднего уровня, количество положительных пиков фазической КГР	Эмоциональное возбуждение, когнитивное усилие	Регрессионный и ANOVA / Дизайн упаковки, потребительские товары	43
Т. Нгуен [32]	Оценка вариации КГР, разницы между максимальными и минимальными значениями	Когнитивное усилие	Описательная статистика, AVONA, Корреляционный анализ/ Дизайн упаковки	33
Р. Шмитт [33]	Нормализованное значение КГР	Эмоциональное возбуждение	Дисперсионный анализ, описательная статистика / Фотографии продукции автомобильной промышленности	14

По данным систематизации литературных источников можно заметить, что при исследовании КГР достаточность группы участников находится на уровне от 12 до 44 человек. При этом, для проведения корреляционного анализа выборка может быть около 33 испытуемых, а регрессионный анализ требует увеличение выборки больше 40 человек. Большинство применяемых статистических тестов, которые проводятся при получении агрегированных результатов связаны с первичной

нормализацией данных. При анализе средних значений и возможности теста Манна – Уитни, предполагают малые выборки от 6 человек.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении отметим, что указанные виды статистических тестов могут быть реализованы в программной среде SPSS, специально ориентированной на социальные и экономические исследования. Предлагаемый алгоритм комплексного анализа потребительского поведения по данным кожногальванической реакции позволяют сформировать методологический каркас для исследования разных маркетинговых стимулов на основе сформированной доказательной статистической базы, являющейся основой для проведения подобных исследований.

### Список литературы

1. Romanowski R. Managing Economic Innovations – Methods and Instruments / Romanowski R. – Poznań: Bogucki Wyd. Nauk., 2019. DOI: 10.12657/9788379862771-5
2. Лебедев А. Н. Личность в системе маркетинговых коммуникаций : монография / А. Н. Лебедев, О.В. Гордякова. – Москва : Институт психологии РАН, 2015. – 303 с.
3. Figner B. Using skin conductance in judgment and decision making research / Figner B., Murphy R. O. In: Schulte-Mecklenbeck M., Kuehberger A., Ranyard R. (Eds.) A handbook of process tracing methods for decision research: A critical review and user's guide. – New York: Psychology Press, 2011. – P. 163–184.
4. Kohan X. A Physiological Measure of Commercial Effectiveness / Kohan X // Journal of Advertising Research. – 1968. – Vol. 8, No. 4. – P. 46–49. Available at: <http://search.ebscohost.com.00002bwy0bc0.han3.ue.poznan.pl/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=5230256&lang=pl&site=ehost-live>
5. Aaker D. A. Warmth in Advertising: Measurement, Impact, and Sequence Effects / Aaker D. A., Stayman D. M., Hagerty M. R. // Journal of Consumer Research. – 1986. – Vol. 12, No. 4. – P. 365–381. DOI: 10.1086/208524
6. Gakhil B. Examining the influence of fame in the presence of beauty: an electrodermal "neuromarketing" study / Gakhil B., Senior C. // Journal of Consumer Behaviour. – 2008. – Vol. 7, No. 4–5. – P. 331–339. DOI: /10.1002/cb.255
7. Groeppel-Klein A. Arousal and consumer in-store behavior / Groeppel-Klein A // Brain Research Bulletin. – 2005. – Vol. 67, No. 55. – P. 428–437. DOI: 10.1016/j.brainresbull.2005.06.012
8. Somervuori O. Purchase Behavior and Psychophysiological Responses to Different Price Levels / Somervuori O., Ravaja N. // Psychology and Marketing. – 2013. – Vol. 30, No. 6. – P. 479–489. DOI:10.1002/mar
9. Guerreiro J. Attention, emotions and cause-related marketing effectiveness / Guerreiro J., Rita P., Trigueiros D. // European Journal of Marketing. – 2015. – Vol. 49, No. 11–12. – P. 1728–1750. DOI: 10.1108/EJM-09-2014-0543
10. Vila-López N. Consumers' physiological and verbal responses towards product packages: Could these responses anticipate product choices? / Vila-López N., Küster-Boluda I. // Physiology and Behavior. – 2018. – Vol. 200. – P. 166–173. DOI: 10.1016/j.physbeh.2018.03.003
11. Bolls P. D. The effects of television commercial pacing on viewers' attention and memory / Bolls P. D., Muehling D. D., Yoon K. // Journal of Marketing Communications. – 2003. – Vol. 9, No. 1. – P. 17–28. DOI: 10.1080/1352726032000068032
12. Индивидуальная частота альфа-активности и переживание положительных и отрицательных эмоций / А. В. Тумялис В. В., Коренек, И. В. Брак [и др.] // Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2010. – Т. 30, № 4. – С. 132–142.
13. Вайсертрейгер А. С. Р. Комплексное исследование динамики физиологических показателей у человека при восприятии сенсорных эмоциогенных стимулов : специальность 03.03.01

- "Физиология" : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Вайсертрейгер Анна Саша-Рувиновна, 2018. – 192 с.
14. Исаева О. Л. Метод определения стрессового состояния человека для систем видеонаблюдения / О. Л. Исаева, Р. Р. Ключникова // Вестник Югорского государственного университета. – 2021. – № 3(62). – С. 68–75. DOI 10.17816/byusu20210368-75.
  15. Коровкин С. Ю. Экспериментальные исследования эмоций в мышлении в смысловой теории мышления / С. Ю. Коровкин // Вестник Ярославского государственного университета им. П. Г. Демидова. Серия Гуманитарные науки. – 2018. – № 2(44). – С. 92–96.
  16. Эффективность трансформации внутренних образов в психотерапевтическом процессе / В. М. Звоников, А. Н. Чистяков, А. В. Киренская, В. В. Мямлин // Вестник восстановительной медицины. – 2009. – № 2(30). – С. 37–41.
  17. Эффекты воздействия изображений лиц с разными эмоциями на функциональное состояние организма / Н. В. Звягина, И. В. Старцева, М. Н. Гурьева, К. Мохамад-Сохиб // Естественные и математические науки в современном мире. – 2016. – № 7(42). – С. 7–13.
  18. Bell L. Beyond self-report: A re-view of physiological and neuroscientific methods to investigate consumer behavior // Bell L., Vogt J., Willemse C., Routledge T., Butler L.T., Sakaki M. // *Frontiers in Psychology*. – 2018. – No 9. – P. 1–16. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.01655
  19. Boucsein W. *Electrodermal activity: Second edition* / Boucsein W. – Springer Science: Business Media. – New York, 2012. DOI: 10.1007/978-1-4614-1126-0
  20. Lajante M. Opening the “black box” of elec-trodermal activity in consumer neuroscience research / Lajante M., Droulers O., Dondaine T., Amarantini D. // *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics* – 2012. – No 5 (4). – P. 238–249. DOI: 10.1037/a0030680
  21. Zelinski E. M. Orienting Task Effects on EDR and Free Recall in Three Age Groups / Zelinski E. M., Walsh D. A., Thompson L. W. // *Journal of Gerontology*. – 1978. – No 33(2). – P. 239–245. Available at: <https://pdfs.semanticscholar-ar.org/a8c5/260d66b7f5e32120611e05b795130a0ed65b.pdf>
  22. Boucsein W. L Publication recommendations for electrodermal measurements / Boucsein W., Fowles D. C., Grimnes S., Ben-Shakhar G., Roth W. T., Dawson M. E., & Filion D. L. // *Psychophysiology*. – 2012. – No 49. – P. 1017–1034.
  23. Dawson M. E The Electrodermal System / Dawson M. E., Cacioppo J. T., Tassinary L. G., and Bernston G. B. // *Handbook of Psychophysiology (2nd Ed): Cambridge Press, Cambridge*. – 2001. – P. 200–223.
  24. Sosnowski T. *Metody psychofizjologiczne w badaniach psychologicznych* / Sosnowski T., Zimmer. – K. Warszawa: PWN–Scientific Publishing House, 1993.
  25. Braithwaite J. J. A guide for analysing electrodermal activity (EDA) & skin conductance responses (SCRs) for psychological experiments / Braithwaite J. J., Watson D. G., Jones R., & Rowe M. – 2015. – Retrieved from <https://www.biopac.com/wp-content/uploads/EDA-SCR-Analysis.pdf>
  26. Białowąs S. *Experimental design and biometric research. Toward innovations* / Białowąs S. Pierański, Bartłomiej S., A. Reshetkova, Blazenska, 2021
  27. Verma J. P. *Testing statistical assumptions in research* / Verma J. P., & Abdel-Salam G. A.-S.: John Wiley & Sons, Inc, 2019.
  28. Ergan S. Quantifying human experience in architectural spaces with integrated virtual reality and body sensor networks / Ergan S., Radwan A., Zou Z., Tseng H. A. and Han X. // *Journal of Computing in Civil Engineering*. – 2019. – No 33. – P. 4018062.
  29. Kim J. Emotion finds a way to users from designers: assessing product images to convey designer’s emotion / Kim J., Bouchard C., Ryu H., Omhover J. F. and Aoussat A. // *Journal of Design Research*. – 2012. – No 10. – P. 307–323.
  30. Liu Y. A fuzzy psycho-physiological approach to enable the understanding of an engineer’s affect status during CAD activities / Liu Y., Ritchie J. M., Lim T., Kosmadoudi Z.-Sivanathan A and Sung RC: *Computer-Aided Design*, 2014. – No 54. – P 19–38.
  31. Maccioni L. Value perception of green pro-ducts: an exploratory study combining conscious answers and unconscious behavioral aspects / Maccioni L, Borgianni Y and Basso D. *Sustainability*. – 2019. – No. 11. – P. 1226.
  32. Nguyen T. A Effects of stress and effort on self-rated reports in experimental study of design activities / Nguyen T. A. and Zeng Y. // *Journal of Intelligent Manufacturing*. – 2017. – No 28. – P. 1609–1622.

33. Schmitt R. Objectifying user attention and emotion evoked by relevant perceived product components / Schmitt R., Köhler M., Durá J. V. and Diaz-Pineda J. // Journal of Sensors and Sensor Systems. – 2014. – No. 3. – P 315–324.

## METHODOLOGY FOR PROCESSING SKIN CONDUCTANCE RESPONSE (SCR) INDICATORS IN NEUROMARKETING RESEARCH

*Yarosh O. B.*

*Institute of Economics and Management, Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky, Laboratory of Neuromarketing and Behavioral Economics. Simferopol, Republic of Crimea, Russia  
E-mail: iarosh.olga.cfu@gmail.com*

The analysis of skin conductance data can provide valuable information about the emotional aspects of consumer decision-making or cognitive evaluations of products. A meta-review of the literature revealed a lack of comprehensive methodologies for analyzing skin conductance data in the context of marketing stimuli in domestic practice. The main difference in the analysis of these biometric data is that individual characteristics of participants are not important, but rather obtaining aggregated perception ratings from the entire focus group for stimuli such as advertising, product packaging, website perception, etc. This requires a series of additional procedures for normalizing and averaging the data. Based on the systematization of foreign practices and literary sources, an algorithm for conducting neuromarketing biometric research is presented with the determination of informative indicators and metrics for such analysis. It includes four main stages.

During the preparatory stage of the experiment, important factors and conditions for conducting the experiment are discussed: humidity, temperature regime features, participant preparation, skin conductance sensor application mechanisms, and artifact handling.

The second stage discusses factors influencing measurement accuracy, optimal recording time, participant conditions, data collection frequency, technical aspects of filtering indicators, background recording specifics, optimal tonic skin conductance fixation time, and primary data processing based on the following algorithm: adjustments for measurement range when calculating parameter variations; the proportion of the most pronounced skin conductance response amplitudes compared to minimum values; data standardization based on mean skin conductance values and standard deviation; methods for correcting drift in skin conductance indicators and artifact control methods.

The third stage considers indicators and metrics for evaluating skin conductance response, including: assessment of latent recording period, rise time assessment in seconds representing the interval between the start of skin conductance response and its peak; recovery time assessment; assessment of the largest amplitude for each stimulus; calculation of average amplitude across all stimuli; amplitude assessment involving different measurements: sums, differences between skin conductance response peaks, and estimation of their standard deviation; assessment of the number of skin conductance response peaks per minute, area of significant skin conductance reactions per stimulus;

normalization of raw values to evaluate emotional and psychological arousal; comparison of the number of positive peaks of the phase level of skin conductance signal with standardized values; overall frequency of significant skin conductance reactions per stimulus measured in percentages; assessment of the number of events based on calculating the number of skin conductance reactions within a selected time period.

The fourth stage presents methods for statistical processing of skin conductance response data. It is shown that such arrays of indicators typically have a non-normal distribution, so non-parametric tests are provided for their processing, along with rules for their application and key coefficients.

Based on data obtained from literary sources, the optimal number of participants for conducting various types of analysis is presented. The proposed algorithm for comprehensive analysis of consumer behavior based on skin conductance response data allows for the formation of a methodological framework for studying various marketing stimuli based on establishing an evidence-based statistical foundation for conducting such research.

**Keywords:** skin conductance response, SCR, neuromarketing, processing methodology, SCR indicators, SCR metrics.

### References

1. Romanowski R. *Managing Economic Innovations – Methods and Instruments*. DOI: 10.12657/9788379862771-5. (Bogucki Wyd. Nauk., Poznań, 2019).
2. Lebedev A. N., Gordyakova O. V. *Personality in the System of Marketing Communications*: Monograph. 303 (Moscow, Institute of Psychology RAS, 2015).
3. Figner B., Murphy R. O. Using skin conductance in judgment and decision making research. In: Schulte-Mecklenbeck M., Kuehberger A., Ranyard R. (Eds.), *A Handbook of Process Tracing Methods for Decision Research: A Critical Review and User's Guide*, 163–184. (Psychology Press, New York, 2011).
4. Kohan X. A Physiological Measure of Commercial Effectiveness, *Journal of Advertising Research*, **8**(4), 46–49. (1968) Retrieved from <http://search.ebscohost.com.00002bwy0bc0.han3.ue.poznan.pl/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=5230256&lang=pl&site=ehost-live>.
5. Aaker D. A., Stayman D. M., Hagerty M. R. Warmth in Advertising: Measurement, Impact, and Sequence Effects, *Journal of Consumer Research*, **12**(4), 365 (1986). Access mode: DOI: 10.1086/208524.
6. Gakhil B., Senior C. Examining the influence of fame in the presence of beauty: an electrodermal "neuromarketing" study. *Journal of Consumer Behaviour*, **7**(4–5), 331 (2008). Access mode: DOI: 10.1002/cb.255.
7. Groeppel-Klein A. Arousal and consumer in-store behavior, *Brain Research Bulletin*, **67**(55), 428 (2005). DOI: 10.1016/j.brainresbull.2005.06.012.
8. Somervuori O., Ravaja N. Purchase Behavior and Psychophysiological Responses to Different Price Levels, *Psychology and Marketing*, **30**(6), 479 (2013). DOI: 10.1002/mar.
9. Guerreiro J., Rita P., Trigueiros D. Attention, emotions and cause-related marketing effectiveness. *European Journal of Marketing*, **49** (11–12), 1728 (2015). DOI: 10.1108/EJM-09-2014-0543.
10. Vila-López N., Küster-Boluda I. Consumers' physiological and verbal responses towards product packages: Could these responses anticipate product choices? *Physiology and Behavior*, **200**, 166 (2018). DOI: 10.1016/j.physbeh.2018.03.003.
11. Bolls P. D., Muehling D. D., Yoon K. The effects of television commercial pacing on viewers' attention and memory, *Journal of Marketing Communications*, **9**(1), 17 (2003). DOI: 10.1080/1352726032000068032.

12. Tummylis A. V., Korenek V. V., Brak I. V. Individual alpha activity frequency and experience of positive and negative emotions, *Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences*, **30**(4), 132 (2010)
13. Weisertreiger A. S. R. *Comprehensive study of the dynamics of physiological indicators in humans during the perception of sensory emotion-inducing stimuli*: specialty 03.03.01 "Physiology": dissertation for the degree of candidate of biological sciences, 192, (2018).
14. Isaeva O. L., Kluchnikova R. R. Method for determining the stress state of a person for video surveillance systems, *Bulletin of the Yugra State University*, **3**(62), 68 (2021). DOI: 10.17816/byusu20210368-75.
15. Korovkin S. Yu. Experimental studies of emotions in thinking in the semantic theory of thinking, *Bulletin of Yaroslavl State University named after P. G. Demidov, Series Humanities Sciences*, **2**(44), 92 (2018).
16. Zvonikov V. M., Chistyakov A. N., Kirenskaya A. V., Myamlin V. V. Efficiency of transforming internal images in the psychotherapeutic process, *Bulletin of Restorative Medicine*, **2**(30), 37 (2009).
17. Zvyagina N. V., Startseva I. V., Guryeva M. N., Mohamad-Sokhib K. Effects of images of faces with different emotions on the functional state of the body. *Natural and Mathematical Sciences in the Modern World*, **7**(42), 7 (2016).
18. Bell L., Vogt J., Willemsen C., Routledge T., Butler L. T., Sakaki M. Beyond self-report: A review of physiological and neuroscientific methods to investigate consumer behavior, *Frontiers in Psychology*, **9**, 1 (2018). DOI:10.3389/fpsyg.2018.01655
19. Boucsein W. *Electrodermal activity: Second edition*. Springer Science. (Business Media, New York, 2012). DOI: 10.1007/978-1-4614-1126-0
20. Lajante M., Droulers O., Dondaine T., Amarantini D. Opening the "black box" of electrodermal activity in consumer neuroscience research, *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics*, **5**(4), 238 (2012). DOI: 10.1037/a0030680
21. Zelinski E. M., Walsh, D. A., Thompson, L. W. Orienting Task Effects on EDR and Free Recall in Three Age Groups, *Journal of Gerontology*, **33**(2), 239 (1978). Access mode: <https://pdfs.semanticscholar.org/a8c5/260d66b7f5e32120611e05b795130a0ed65b.pdf>
22. Boucsein W., Fowles D. C., Grimnes S., Ben-Shakhar G., Roth W. T., Dawson, M. E., Filion D. L.. Publication recommendations for electrodermal measurements, *Psychophysiology*, **49**, 1017 (2012)
23. Dawson M. E., et al. The Electrodermal System. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary, & G. B. Bernston (Eds.), *Handbook of Psychophysiology* (2nd Ed), Cambridge Press, Cambridge, 200–223. (2001).
24. Sosnowski T., Zimmer K. *Metody psychofizjologiczne w badaniach psychologicznych*. (Warszawa: PWN-Scientific Publishing House, 1993).
25. Braithwaite J. J., Watson D. G., Jones R., Rowe M. *A guide for analysing electrodermal activity (EDA) & skin conductance responses (SCRs) for psychological experiments*. (2015). Access mode: <https://www.biopac.com/wp-content/uploads/EDA-SCR-Analysis.pdf>
26. Białowas S., Pierański B., Szyszka A., Reshetkova A., Bercik J., Żmuk B., Knezevic B. Experimental design and biometric research: Toward innovations. (2021).
27. Verma J. P., Abdel-Salam G. A.-S. *Testing statistical assumptions in research*. (John Wiley & Sons, Inc., 2019).
28. Ergan S., Radwan A., Zou Z., Tseng H. A., & Han X. Quantifying human experience in architectural spaces with integrated virtual reality and body sensor networks, *Journal of Computing in Civil Engineering*, **33** (04018062) (2019).
29. Kim J., Bouchard C., Ryu H., Omhover J. F., Aoussat A. Emotion finds a way to users from designers: Assessing product images to convey designer's emotion, *Journal of Design Research*, **10**, 307 (2012).
30. Liu Y., Ritchie J. M., Lim T., Kosmadoudi Z., Sivanathan A., Sung R. C. A fuzzy psychophysiological approach to enable the understanding of an engineer's affect status during CAD activities. *Computer-Aided Design*, **54**, 19 (2014).
31. Maccioni L., Borgianni Y., Basso D. Value perception of green products: An exploratory study combining conscious answers and unconscious behavioral aspects, *Sustainability*, **11**, 1226 (2019).
32. Nguyen T. A., Zeng, Y. Effects of stress and effort on self-rated reports in experimental study of design activities, *Journal of Intelligent Manufacturing*, **28**, 1609 (2017).
33. Schmitt R., Köhler M., Durá J. V., Diaz-Pineda J. Objectifying user attention and emotion evoked by relevant perceived product components, *Journal of Sensors and Sensor Systems*, **3**, 315 (2014).