МЕТОДИКА АНАЛИЗА И ПРИМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОЖНО-ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА

В в е д е н и е

Методика по применению кожно-гальванических реакций (КГР) человека для решения задач, которые перечислены во введении.

Н а з н а ч е н и е методики.

Методика предназначена в основном для следующих применений:

- для составления программ автоматической обработки сигнала КГР, полученного с использованием названной выше методики;
- для применения в экспериментальной практике при обработке небольших объемов экспериментальных записей сигнала КГР;
- для интерпретации получаемых в результате анализа параметров сигнала КГР, в соответствии со спецификой решаемых задач;
- для оценки основных компонент ФС человека в задачах, перечисленных в начале МО.

В методике рассмотрены прежде всего принципиальные вопросы новых подходов к анализу такого сложного сигнала как КГР с применением достаточно универсальной системы параметров, а кроме того, проиллюстрированы возможности практического использования предложенной системы параметров (в основном на примерах психологических исследований).

Принципиальным отличием данной методики от традиционных подходов является ее совместная разработка с "Модифицированной методикой измерения сигнала КГР.

Традиционные подходы к вопросам анализа сигнала КГР и новые направления в их решении

В большинстве исследований, в которых использовались сигналы КГР применялись обычные методы поиска наиболее информативного показателя оцениваемых видов воздействий на испытуемого [1,10,11]. При выборе показателей традиционно используется обычная логика взаимосвязей силы реагирования с исследуемым типом воздействий на человека, причем, в большинстве случаев для оценивания используются амплитудные параметры сигнала.

Таким образом, два основных момента оценивания: - ограниченность числа используемых показателей и традиционный подход к выбору параметра КГР существенно уменьшают возможности такого анализа. В качестве методических недостатков традиционного подхода следует назвать следующие:

- часто наблюдается очевидная зависимость предлагаемого для оценки параметра КГР от решаемой исследовательской задачи, что не позволяет обоснованно использовать большинство из таких параметров для задач другого типа или сравнивать результаты различных исследований;
- используемая традиционная модель формирования сигнала КГР не позволяет проводить целенаправленный выбор оценочных параметров сигнала соответствующий специфике решаемой задачи, особенно если она определяется психологическими механизмами непосредственно не связанными с активацией или эмоциями испытуемого.

Взаимосвязь методик измерения и анализа сигнала КГР реализована в виде общей системы трех принципов, сформулированных в соответствии с новыми представлениями о природе КГР. Первый и основной принцип анализа определяется взаимосвязью квантовой природы сигнала КГР как энергетического показателя активации с дискретным - фазовым механизмом его регуляции.

Основным следствием квантовой природы КГР является прежде всего то, что традиционные представления о возможности использования экстремальных точек сигнала для определения его временных и амплитудных параметров не являются адекватными для сигнала КГР.

Неадекватность традиционных подходов к определению параметров сигнала заключается в следующих моментах:

- точность измерения уровневых параметров сигнала в большинстве случаев (в обычных условиях) не может быть выше 1 %, а следовательно экстремальные точки сигнала являются по существу зонами часто большой продолжительности во времени, в пределах которых как величина сигнала, так и момент изменения его знака фактически не поддаются точному определению;
- известная стохастическая неопределенность отражения процесса регуляции активационных процессов на уровне ЦНС в аналоговом сигнале КГР, например, связанная с различной временной задержкой влияния психической регуляции на динамику биологических процессов, вносит еще более существенные неопределенности в оценку параметров по экстремальным точкам.

На основании изложенного, в данной методике экстремальные точки сигнала заменены на две переходные фазы сигнала, как фаза переходной активации (заменяющая точку максимума) и переходной релаксации (заменяющая точку минимума сигнала). При этом, понятия максимума и минимума относятся только к динамике сигнала за один цикл реагирования, т.е. за время единичной реакции.

Как было рассмотрено выше, разделение динамики сигнала на 4 фазы реагирования в импульсном сигнале КГР выполняется либо автоматически (во время измерений в процессе квантования сигнала), либо программно. Таким образом, уже в процессе измерения сигнала (или в начале анализа) выполняется первая и весьма существенная процедура его анализа. При этом, все количественные параметры такого анализа согласованы с рассмотренными в методике измерений сигнала КГР параметрами точности измерений.

Так, поскольку точность определения уровня сигнала не может быть больше 1%, что соответствует 1 сНп по шкале L, то эта величина неопределенности в динамике сигнала (при смене фаз) и определяет параметры оценки обоих переходных фаз.

Процедура дискретизации (квантования) монотонных приращений сигнала в одной фазе (одного знака) выполняется с существенно большей величиной дискретизации, т.е. 0,25 сНп. Это обеспечивает надежное определение амплитудных параметров фазических КГР с точностью не менее 1 сНп, а сама величина квантования в этом случае определена не физико-математическими правилами, а техническими возможностями измерительного прибора (либо программой преобразования аналогова сигнала в импульсный).

Второй принцип анализа сигнала КГР в данной методике полностью соответствует аналогичному решению в методике измерения сигнала и формулируется как обеспечение равной точности оценки во всем диапазоне возможных значений сигнала . Необходимость соблюдения данного принципа анализа очевидна, но при традиционном подходе к вопросам оценки параметров сигнала его выполнение невозможно.

Реализация данного принципа в методике измерений сигнала КГР выполнена через замену традиционных шкал сигнала КГР на нелинейную-логарифмическую. Подобным же способом он реализуется и в методике анализа прежде всего, при проведении статистического анализа, связанного с дискретизацией величин параметров при разбивке непрерывного ряда значений на разряды.

Наконец, третий принцип анализа - комплексность оценивания сигнала КГР - часто формулируется, но на практике редко выполняется, так как для его реализации необходимо применение достаточно полной системы параметров.

В данной методике не рассматриваются вопросы конкретного использования параметров сигнала КГР для решения всего многообразия прикладных задач. Для обеспечения адекватности использования

рассмотренной системы параметров дается их основная интерпретация, которая соответствует ионной модели формирования сигнала КГР и учитывает результаты предварительной апробации этих параметров в различных экспериментах (в основном выполненных для решения различных психологических задач).

Описание параметров сигнала КГР, алгоритмы их получения и основы интерпретации

Сформулированные выше принципы анализа КГР потребовали прежде всего пересмотра системы применяемых параметров сигнала, что было реализовано через достаточно полную представленность компонентов сигнала и их группировки по принципу интегративности от параметров собственно сигнала КГР до системы параметров, оценивающих изменение ФС человека на больших отрезках времени.

Рассчитываемые параметры сигнала КГР разделены на следующие четыре группы:

1 - параметры исходного сигнала КГР;
2 - дискретные параметры i-ой реакции;
3 - фазовые параметры i-ой реакции;
4 - интегральные параметры КГР за период анализа Та.

При анализе сигнала выделяются следующие 4 фазы в одном цикле реагирования: 1 фаза - активация- сопровождается несколькими положительными импульсами (не менее 4-х); 2 фаза - переходная активация, т.е. интервал, началом которого является последний (в серии) положительный импульс, а концом - последующий первый отрицательный импульс; 3 фаза - релаксация, аналогичная 1-й фазе, но с противоположной направленностью; 4 фаза - переходная релаксация, аналогична 2-й фазе, но началом ее является последний отрицательный импульс, а концом - последующий первый положительный импульс. Этот же импульс является концом цикла реагирования в i-й реакции и началом следующей реакции.

Определение 1-й группы параметров - ИСХОДНЫХ.

В соответствии с названием, составляющие данную группу 3 типа параметров формируются в процессе измерения сигнала и его преобразования из аналоговой формы в импульсную (см. описание преобразования сигнала КГР из аналогового в импульсный).

Измерение сигнала КГР всегда начинается с автоматического определения начальной величины уровня сигнала - Ао, которая определяется обычным способом, т.е. координатой точки Ао от условного 0 логарифмической шкалы.

Текущее значение сигнала Aj в любой последующий момент определяется суммированием величины Ао с полным числом импульсов активации (положительных) и релаксации (отрицательных). Кроме того, программно предусмотрено определение величины Aj в задаваемые по определенным условиям моменты времени.

Последующие оценки сигнала выполняются в виде логического анализа знака импульсов, интервалов между ними и суммирования числа импульсов, входящих в одну фазу реагирования. Для обеспечения возможности статистического анализа единичных интервалов между импульсами одной фазы их величины должны определяться с дискретностью не хуже 10 мсек, так как минимальная величина интервала между ними может быть порядка 20 мсек.

По параметрам 1-й группы определяются все последующие параметры сигнала КГР.

Определение параметров 2-й группы- ДИСКРЕТНЫХ.

Данная группа параметров предназначена для оценки единичных фазических КГР, каждой из которых присваивается свой номер -i, а сами параметры являются характеристиками одной из 4-х фаз в цикле реагирования:

1-я фаза - активация проявляется в виде серии положительных импульсов, число которых должно быть не менее 4-х. Это связано с тем, что в соответствии с принципом квантования сигнала, действительными можно считать только приращения сигнала не менее 1 шкалы, которая по данной методике равна 1 сНп (что сопровождается 4-мя импульсами в сигнале). Количественной мерой реакции активации в процессе i-й реакции является ее амплитуда - ai, которая определяется числом импульсов - n, деленным на 4.

Случаи единичных импульсов относятся к числу особых. Временные параметры 1-й фазы определяются обычным способом .

2-я фаза - переходная активации имеет только один параметр - продолжительность toi, началом которой является последний положительный импульс 1-й фазы, а концом- первый импульс следующей 3-й фазы. В связи с отсутствием амплитудных изменений уровень активации в процессе данной фазы не изменяется.

3-я фаза - релаксация - имеет противоположную с 1-й фазой направленность изменения сигнала, связанную с уменьшением активации , в связи с чем ее параметры идентичны с 1-й фазой, но имеют знак - (минус). Оговоренные для 1-й фазы условия ее определения минимум по 4-м импульсам справедливы и для данной фазы. Алгоритмы определения амплитудных и временных параметров за данную фазу аналогичны алгоритмам 1-й фазы.

4-я фаза - переходная релаксация - аналогична 2-й фазе, но поскольку сигнал КГР при этом имеет обратную последовательность ограничивающих ее фаз, то ее продолжительность имеет знак - (минус). Началом ее является последний отрицательный импульс 3-й фазы, а концом - первый положительный импульс следующей фазической КГР. Как и за время 2-й фазы, активация испытуемого за время 4-й фазы не изменяется.

Временные параметры каждой фазы - ее продолжительность определяются по обычным правилам, т.е. по разнице между временем конца фазы и ее начала.

Итоговый временной параметр i-й реакции - ее продолжительность - Ti определяется суммой временных параметров всех ее фаз или программно по разнице t5 - to.

Определение параметров 3-й группы- ФАЗОВЫХ.

Как и рассмотренные выше, параметры данной группы являются характеристиками каждой i-й реакции, но отличаются от них тем, что определяются по параметрам 2-й группы математически в виде производных

величин (т.е. не требуют анализа собственно сигнала КГР).

Данная группа параметров, как и большинство других групп, делится на два типа: 1- энергетические показатели интенсивности реагирования - скорости активации и релаксации; и 2-регуляторные показатели - коэффициенты, определяемые по соотношениям однотипных фазовых параметров активации и релаксации.

Скорости изменения сигнала в фазе активации Vi или релаксации -Vi определяются как средние величины за минутные отрезки времени, что необходимо для обеспечения их сопоставимости с другими энергетическими параметрами (например, параметрами 4-й группы). Эти два параметра характеризуют интенсивность энергетических затрат на процессы

активации и на их восстановление (релаксацию).

Различия интенсивности энергетических затрат их восстановления оцениваются в виде коэффициента фазовых скоростей, который является информативным показателем типологии регуляции в обычных ПФС и существенных сдвигов в ПФС, чаще всего вызываемых отклонениями от нормы или внешними причинами.

Информативной характеристикой регуляции активации является временной фазовый коэффициент - Kt, который определяется по соотношению продолжительности фазы релаксации к ее аналогу в фазе активации.

Все параметры релаксации, при определении коэффициентов берутся "по модулю", без алгебраического знака, что делает все коэффициенты положительными и упрощает их сопоставимость.

При использовании параметров 2-й и 3-й группы как показателей ПФС человека необходимо учитывать их стохастическую природу, так как они детерминируются большим числом факторов нестационарного характера. Следовательно, адекватную оценку этих параметров можно получить только применяя методы математической статистики по числу значений не менее 30, т.е. за временной интервал оценивания от 5 до 30 мин.

Во всех случаях оценки ПФС по КГР параметры 2 и 3-й группы целесообразно дополнять параметрами следующей группы.

Определение параметров 4-й группы - ИНТЕГРАЛЬНЫХ

Параметры данной группы предназначены для оценки ПФС человека за достаточно продолжительные, определяемые основной задачей, отрезки времени анализа -Та. Эти параметры практически повторяют названные параметры в группах 2 и 3, но отличаются от них способами определения. Эти отличия связаны с тем, что параметры группы 2 и 3 являются по своей природе стохастическими, что не всегда удобно, так как такого типа параметры не могут быть использованы для решения задач детерминированного типа, например, диагностики ФС.

Для оценок факторов, определяющих динамику ПФС человека на достаточно больших отрезках времени, имеющих определенную динамику изменений во времени, необходимы параметры в максимальной степени освобожденные от влияния стохастичности сигнала КГР. Такого типа параметры наиболее просто получить способом осреднения дискретных значений параметров КГР за время Та.

Эмпирически, по опыту оценки ПФС испытуемых во время деятельности, было определено, что оптимальной величиной временного отрезка анализа- Та является 1 минута. У большинства испытуемых за данный отрезок времени во время тестирования наблюдается от 5 до 10 (иногда и больше) фазических КГР, что вполне достаточно для уменьшения влияния фактора стохастичности за счет их осреднения.

Величины Та при определении интегративных параметров могут изменяться в соответствии с изменениями динамики детерминирующих ПФС факторов. Для получения сопоставимых при разной величине отрезков Та параметров все значения параметров 4-й группы приводятся к выбранной величине времени - 1-й мин.

Входящие в данную группу первые два параметра относятся к числу энергетических. Так, средняя величина уровня сигнала - А может быть использована как характеристика средней активированности испытуемого. Алгоритм ее определения может быть любым для осреднения, но наиболее просто выполнить процедуру осреднения программно через определение значений Aj через 10 сек интервал и суммирование n значений Aj за время Та и деление суммы на n.

Величина КГР активности - СА (использована аббревиатура термина - суммарная активация) получается как сумма амплитуд фазических КГР за время Та, приведенных к отрезку времени в 1 мин. Данный параметр можно использовать как показатель динамических процессов энерготрат, т.е. как своеобразную оценку психофизиологических затрат на регуляцию ПФС.

К числу регуляторных параметров данной группы относятся 5 коэффициентов относительных оценок : Кб; Kt; Кр; Ка; Кар:

- Кб- коэффициент баланса уровневых изменений в сигнале определяется отношением суммы амплитуд положительных приращений сигнала к аналогичной сумме отрицательных приращений за время Та. Данный коэффициент позволяет оценить направленность динамического компонента активации в сторону увеличения активации или ее уменьшение, выраженную в относительных единицах;

- Kt- коэффициент временной асимметрии КГР - определяется соотношением суммарной продолжительности фаз релаксации к аналогичной величине фаз активации. Это соотношение характеризует значимость регуляции активации со стороны высших структур ЦНС по отношению к регуляции на физиологическом уровне (со стороны ВНС);

- Кр - коэффициент переключаемости на релаксацию - определяется соотношением суммарного времени 2-х фаз к суммарному времени 1-х фаз КГР. Он позволяет оценивать подвижность процессов переключения регуляции активации выполняемой на уровне ЦНС на регуляцию со стороны ВНС;

- Ка- коэффициент переключаемости на активацию - определяется соотношением суммарного времени 3-х фаз к суммарному времени 4-х фаз КГР. Данный коэффициент позволяет оценивать подвижность переключения регуляции активации на уровне ВНС на регуляцию от ЦНС;

- Кар- коэффициент соотношений переходных фаз - определяется соотношением суммарного времени на 4-е фазы к аналогичному показателю для 2-х фаз. Он позволяет оценивать временные соотношения на переходы от регуляции активации на физиологическом уровне к скорости переходов на регуляцию со стороны ЦНС.

При определении коэффициентов все параметры используются "по модулю" - без алгебраического знака, и, таким образом, все коэффициенты -положительные величины, что упрощает их сопоставимость.

Вопросы статистического анализа параметров КГР с использованием нелинейных преобразований величин.

Как было отмечено выше, природа сигнала КГР имеет явно выраженную стохастичность, что при анализе проявляется в флюктуациях большинства параметров реагирования человека на объективно стабильные внешние воздействия.

Вследствие указанной особенности сигнала во всех случаях, когда имеется возможность использовать достаточные массивы данных, оценку параметров целесообразно выполнять с применением методов математической статистики. Начальной процедурой такого анализа является получение распределений значений параметров, что графически выполняется в виде построения гистограмм (многоугольников распределений).

Как известно, при построении графика распределений значений параметра используется деление шкалы параметра на равные интервалы, число которых желательно иметь не менее 11, и определением числа значений оцениваемого параметра в каждом интервале в относительных величинах (в процентах от общего числа значений параметра). При этом, получаемые таким образом распределения величин параметра являются лишь графической иллюстрацией статистической закономерности, определяемой более точно ее статистиками по соответствующим математическим формулам.

Начальной процедурой для определения распределений параметров является разбивка шкал значений параметра X на разряды равной величины

-/\X [10]. Если начальная величина первого разряда принимается равной Xo (исходя из начальных условий), то граничное значение интервала n определяется по формуле:

$$Xn = Xo + n /_\ X \qquad /1 /$$

Практика оценки параметров КГР у испытуемых в существенно различных ПФС показывает, что чаще всего наибольшие изменения в распределениях наблюдаются в области малых значений, которые при обычной разбивке на разряды попадают в первые 2- 3 разряда. Вследствие этого, количественные параметры таких распределений для разных условий меняются несущественно, что не соответствует результатам оценки изменений по другим показателям ПФС. Попытки увеличения чувствительности анализа малых значений параметров через уменьшение величины разрядов не изменяет статистик, но при этом часто нарушается непрерывность распределений в области больших значений параметров (т.е. не выполняется основная задача оценки изменений ПФС).

Перечисленные и другие особенности статистического анализа параметров КГР показывают нелинейный характер их взаимосвязи с регуляцией ПФС. К такому выводу приводят и результаты сопоставительного анализа параметров КГР с использованием традиционных методов с методом выравнивания чувствительности.

Выравнивание чувствительности анализа через нелинейные преобразования шкал из абсолютных значений параметров в относительные наиболее просто выполняется через процедуру взвешивания по нелинейной закономерности. Эмпирически было определено. что наиболее простой и достаточно адекватной закономерностью такого преобразования является логарифмическая.

Опыт статистического анализа большинства параметров КГР показал, что оптимальные параметры такого преобразования имеет логарифмическая шкала с величиной разряда в 1,1 дБ десятичного логарифма и начальной величиной первого разряда 1 (квантовая величина параметра). Такая шкала охватывает значения параметров по абсолютным шкалам до 111 при числе разрядов 12, что в большинстве случаев достаточно для оценки практически всех возможных значений параметров КГР, измеряемых в традиционных единицах. Численные значения разрядов по весовой логарифмической шкале приведены в Табл. 3.

Приведенная разбивка разрядов приемлема для анализа большинства энергетических параметров КГР (как амплитудных, так и временных). После преобразования количественные меры статистического распределения становятся безразмерными, так как они определяются не абсолютными значениями параметров а N разрядов, не имеющих размерности.

Примеры статистического анализа основных параметров КГР для оценки ПФС.

В качестве примеров статистического анализа параметров КГР по весовым шкалам рассмотрены случаи оценки трех типов параметров:

а- параметров исходного сигнала;
б- основных параметров i-й реакции;
в- интегративного параметра -" КГР- активности" - СА.

Примеры статистического анализа параметров фазических КГР

Из всех параметров фазических КГР наиболее часто применяются их амплитуды - ai и интервалы между реакциями - ti, которые по своей природе являются в значительной степени стохастическими величинами. В качестве примера статистического анализа этих величин на Рис.6. рассмотрены гистограммы значений двух параметров, полученные в том же эксперименте, что и на Рис. 3. Для наглядности различий между двумя

способами шкалирования параметров на рисунке сопоставлены гистограммы полученные с разбивкой значений по традиционной линейной шкале и нелинейной - весовой. Кроме того, рассмотрено влияние фактора утомления по суткам РНД на динамику параметров.

Из двух рассматриваемых параметров наибольшие различия между распределениями оценок параметров по двум шкалам наблюдаются между распределениями значений амплитуд КГР испытуемых с использованием разных шкал. Так, при использовании традиционной шкалы (с применением общей для всех испытуемых разбивкой на разряды) все значения амплитуд наблюдались в трех первых разрядах. Причем различия между средними значениями для разных суток составили всего 0,3 разряда.

Распределения этих же значений амплитуд КГР по весовой шкале удлинились до 6 разрядов, а различия между средними значениями по суткам РНД составили более 1-го разряда. Сравнительно небольшие значения амплитуд КГР у испытуемого объясняются индивидуальной типологией параметров активации, которая проявлялась в слабой выраженности фазических КГР.

Несколько иной характер различий наблюдался в параметрах интервалов - t. Размах распределений t по обоим шкалам практически мало отличался, что объясняется наличием больших абсолютных значений t , которые были равны с весовыми оценками. Тем не менее различия между распределениями по суткам с оценками их по разным шкалам были очевидны: 0,7 разряда по абсолютным оценкам и 1,1 по шкале весовых значений.

Таким образом, приведенные данные анализа двух параметров фазических КГР показывают, что весовая шкала выравнивает чувствительность анализа значений малой величины и практически не изменяет ее в области больших значений параметров.

Вопросы комплексного анализа параметров КГР

Комплексный подход к анализу параметров КГР является третьим принципиальным положением данной методики, отличающим ее от традиционных.

Реализация данного принципа анализа означает не просто определение всех перечисленных в таблице параметров сигнала КГР, а использование определенных способов группового анализа наиболее тесно взаимосвязанных параметров, в результате чего обычно появляется возможность получать новые информативные характеристики.

С математической точки зрения наиболее очевидными способами такого типа анализа могли бы быть векторный и матричный анализ. Поскольку для этого необходима разработка определенных правил выполнения такого анализа и соответствующего понятийного аппарата для интерпретации получаемых результатов, то на начальном этапе анализа достаточным можно считать упрощенный - графо-аналитический метод [5].

Основой метода является построение в системе прямоугольных координат четырех осей- шкал параметров КГР, выбираемых по следующим правилам: - в систему координат могут входить параметры только одной группы из таблицы параметров (так как параметры разных групп несопоставимы по степени интегративности); - каждая координатная ось является шкалой параметра строго одного знака (поскольку алгебраическим знаком обозначены однотипные параметры определенной фазы реагирования); - координаты, образующие координатную четверть, должны относиться к одной фазе реагирования, или быть однотипными параметрами противоположных фаз.

В результате соединения вершин векторов- параметров образуется четырехугольник , стороны которого и углы наклона к осям являются графической интерпретацией новой системы параметров. При выполнении перечисленных выше условий четырехугольник параметров является графической интерпретацией не менее чем 8-ми параметров, а форма и

размеры полученного четырехугольника являются обобщенными характеристиками КГР и их детерминант.

В качестве примера графо-аналитического анализа параметров КГР на Рис.7. показаны параметры КГР двух испытуемых, полученные во время выполнения двух психологических тестов - незаконченные предложения (НП- показаны сплошной линией) и личностный профиль - (ЛП- показаны пунктиром)[5]. Оба вида тестов были близки по процедуре выполнения связанной с ответами на вопросники, но отличались по темпу проведения (темп выполнения ЛП был в среднем в 2 раза выше).

Приведенные на рисунке многоугольники параметров показывают существенные различия как в реагировании испытуемых на разные методики, так и индивидуальные различия между испытуемыми, связанные с различной типологией активации. Так очевидно, что параметры энергозатрат +a,+t и параметры восстановительных функций -a,-t во время методики НП у обоих испытуемых были существенно больше чем аналогичные параметры во время методики ЛП.

Оценка указанных различий реагирования на две методики выполнена в виде методических коэффициентов - Км, величины которых проиллюстрированы в графическом виде рядом с основными графиками параметров КГР. При построении графиков Км коэффициенты проранжированы в порядке возрастания, что иллюстрирует наиболее "чувствительный" к различиям методик параметр. Так у первого испытуемого таким параметром оказалась продолжительность релаксации (-t), а у второго- амплитуда релаксации (-a).

Характерной особенностью взаимосвязи параметров и их изменения на различную деятельность по фактору индивидуальных различий является

линейная закономерность. У испытуемого с минимальными величинами параметров КГР и относительные изменения параметров при выполнении разной деятельности тоже меньше. Так у второго испытуемого средняя величина Км составляла всего 1,2 , в то время как у первого (с большей выраженностью КГР) Км превышали 2,1.

Еще одной особенностью показанных на рисунке параметров является в подавляющем большинстве случаев постоянство регуляторных параметров КГР, которые представлены на графиках в виде углов наклона сторон многоугольников. Так у первого испытуемого практически все стороны обоих многоугольников параллельны, а следовательно, соотношения формирующих их параметров в двух методиках не изменялись (в отличие от существенных изменений абсолютных величин рассмотренных параметров).

Рассмотренная стабильность регуляторных параметров по сравнению с вариабельностью энергетических показывает их более жесткую взаимосвязь с индивидуальными особенностями регуляции активационных процессов, а не с внешними факторами выполняемой деятельности.

Нормирование параметров для оценки ПФС человека

Перед проведением методики тестирования большое значение имеет исходное психофизиологическое состояние (ПФС) испытуемого, как один из основных детерминирующих результаты факторов. Из всех возможных ПФС наиболее неблагоприятным для проведения тестирования является переактивированность испытуемого (причинность которого не имеет большого значения).

Основные признаки такого типа ПФС в значительной степени определяются типом реагирования по КГР (традиционно они делятся на три типа: тонический -Т; фазический -Ф; и смешанного типа -С).

Тонический и фазический тип реагирования имеют различный механизм регуляции активации и ее отражения в параметрах кожи. Это и является основной причиной, по которой они имеют существенно различные параметры как динамики сигнала так и его количественные показатели.

Смешанный тип реагирования выделяется от двух вышеназванных промежуточным количественными параметрами, а при существенных изменениях ПФС испытуемого - переходит в один из основных (Т или Ф).

Основные параметры трех названных типов КГР приведены в Табл. 4.

Данные таблицы были получены по результатам анализа экспериментов, проведенных в ИП РАН начиная с 1981 года.

Различная типология реагирования испытуемых имеет значение для выбора наиболее информативной группы параметров для оценки фонового ПФС испытуемого.

Для испытуемых с реагированием С типа все основные признаки состояния переактивации приведены в табличной форме (в табл. 5 и 7).

У испытуемых с реакциями Ф типа в состоянии переактивации существенно возрастает частота фазических КГР как признак стохастичности реагирования (частота возрастает в несколько раз по сравнению с обычной, но амплитуды фазических КГР часто уменьшаются см. табл. 6).

У испытуемых с реагированием Т типа существенно повышается прежде всего уровень сигнала КГР (указан в табл. 4.), а кроме того, в сигнале появляются кратковременные периоды нехарактерных для них фазических КГР.

В ы в о д ы

1. Обе части методического обеспечения разработаны с применением единой системы принципов и новых подходов к механизмам формирования сигнала КГР на уровне ионных процессов в их взаимосвязи с компонентами психорегуляции.

2. Разработанная в методике система параметров КГР предназначена прежде всего для комплексного анализа динамических и уровневых характеристик реагирования.

3. Комплексный анализ параметров наиболее просто может быть выполнен в виде построения многоугольников взаимосвязанных параметров, геометрия которых определяется изучаемыми факторами- детерминантами.

4. Для оценки параметров за продолжительные отрезки времени рассмотрены вопросы статистического анализа величин параметров с применением нелинейного преобразования их в безразмерные относительные величины, что улучшает адекватность оценки динамики ПФС и особенностей регуляции ПФС пациентов.

5. Приведенные в таблицах данные по нормированию параметров КГР следует рассматривать как предварительные, которые достаточны для оценки ПФС человека в обычных случаях, не связанных с патологическими отклонениями от нормы.

Таблица 2. Основные оценочные параметры сигнала КГР

N	Обозначение	Название и ед. измерения	Интерпретация
		1. Текущие параметры сигнала КГР	
1	Aj	Текущее значение сигнала по шкале активации, сНп	
2	tj	Единичный интервал активации, с	Характеризует единичную скорость сигнала в фазе активации
3	- tj	Единичный интервал релаксации, с	То же, но в фазе релаксации
		2. Дискретные параметры i- й реакции	
4	ti= tj	Время фазы активации, с	Длительность активации реакции i

5	toi= t t	Время переходной активации, с	Подвижность переключения с фазы активации на релаксацию
6	-ti= - tj	Время фазы релаксации, с	
7	-toi	Время переходной релаксации, с	Подвижность переключения с фазы релаксации на активацию в i+1 реакции
8	Ti	Длительность i-й реакции	Частоту реагирования
9	ai= nj	Амплитуда активации, сНп	Приращение активации за i-ю реакцию
10	-ai= n(-j)	Амплитуда релаксации,сНп	Уменьшение активации после релаксации в i-й реакции
		3. Фазовые параметры i-й реакции	
11	Vi= a /t *60	Средняя скорость активации, сНп/мин	Интенсивность активации в i-й реакции
12	-Vi =	Средняя скорость релаксации, сНп/мин	Интенсивность восстановительных процессов в коже
13	Kv=Vi/-Vi	Коэффициент фазовых скоростей	Различие "мощности" регулирования электрических параметров кожи в разных фазах реагирования
14	Kt=-ti/ti	Временной фазовый коэффициент	Различие продолжительности фаз в каждой реакции
		4. Интегральные параметры за период анализа- Та	
15	A= Aj/n	Средний уровень сигнала КГР, сНп	Уровень энергетических затрат на обменные процессы
16	CA= ai/Ta *60	КГР-активность	Интегральный показатель регуляции активации
17	Kb= /	Коэффициент баланса уровневых изменений сигнала	Степень сбалансированности процессов активации и релаксации
18	Kt= /	Коэффициент временной асимметрии реакций	Различие фаз реагирования по длительности
19	Kr= /	Коэффициент переключаемости на релаксацию	Подвижность процессов переключения с активации на релаксацию
20	Ka= /	Коэффициент переключаемости на активацию	Подвижность процессов переключения из фазы релаксации в фазу активации
21	Kar= /	Коэффициент переключаемости фаз	Оценка регуляторной функции переключаемости на активацию к переключаемости на релаксацию

Примечание к таблице: 1)- 1-я группа параметров является результатом преобразования непрерывного аналогового сигнала КГР в дискретную форму импульсного сигнала, параметры которого определяются не только динамикой сигнала, но и величиной дискретизации

-0,5 сНп, которая принята за условную пороговую величину, отличающую регуляцию ФС от шумовых изменений в сигнале.

Таблица 3. Величины граничных значений разрядов параметра X для статистического анализа по распределениям X с использованием гистограмм

N ,N разр.	Граничные X по линейной разб. на 9	Величины разр. по весовой Ф 1,1 дБ	Граничные знач. X по весовой Ф	Прим.
1	1 - 9	1	1	
2	10 - 18	2	2 - 3	
3	19 - 27	3	4 - 6	
4	28 - 36	4	7 - 10	
5	37 - 45	5	11 - 15	
6	46 - 54	6	16 - 21	
7	55 - 63	8	22 - 29	
8	64 - 72	10	30 - 39	
9	73 - 81	12	40 - 51	
10	82 - 90	16	52 - 67	
11	91 - 99	20	68 - 87	
12	100 -108	24	88 - 111	

ПРИМЕЧАНИЯ :
1) - 1 параметра X принимается как минимальная значимая величина (аналог квантовых величин) для всего диапазона возможных X;
2) - с учетом положения - 1)- дробные значения параметра X при построении гистограмм округляются до ближайшей целой величины, а значения меньше 1 считаются нулевыми (не существующими);
3) - аналогичный принцип округления значений приращений X принят при определении величин разрядов по весовой функции.

Т А Б Л И Ц Ы
КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ДАННЫХ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛА КГР ИСПЫТУЕМЫХ ПЕРЕД И В ПРОЦЕССЕ ТЕСТИРОВАНИЯ

Табл. 4. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КГР РАЗНОГО ТИПА

Тип КГР	Число реакц. в мин	Максим амплит. ai сНп	Максим скор. + V	Максим скор. - V	Период реагир. сек.	Продолж. перекл. +/- сек.
Т	0,3- 3	5- 250	0,2 -7	0,1- 3	20 - 180	5 - 15
С	1 - 7	100	0,5 -15	1 - 10	8 - 60	1 - 5
Ф	3 - 15	20	3 - 30	1 - 30	4 - 20	0,2 - 2

Примечания: 1 - Обозначения типов КГР: Т- тонические; С- средние (смешанного типа) ; Ф - фазические ;

2 - максимальные амплитуды реагирования обозначены не на случаи экстраординарных воздействий (для фоновых тестов);

3 - значения скоростей даны как средние для фазы активации +а и для фазы снижения активации -а. Размерность их - сНп/ сек.;

4 - разброс значений параметров объясняется влиянием на них большого числа факторов - детерминант;

5 - Последний параметр - продолжительность переключения +/- означает скорость переключения направленности регуляции активации, которая определяется по времени переключения от + на - в пределах двойной дискретности измерений (0,5 сНп).

Таблица 5. Значения общей (фоновой) активированности испытуемых перед тестированием (начальные значения Ai)

N	Величины Ai(сНп)	Оценка степени активированности
	А. Для холодного времени года	
1	меньше 200	Гипоактивация (сверх слабая)
2	210 - 350	Пониженная активация
3	260 - 400	Средняя активация (часто наблюдаемая)
4	больше 410	Повышенный уровень (гиперактивация)
	Б. Для периода года с температурой > 20 град. С	
1	меньше 220	Гипоактивация
2	230 - 270	Пониженная активация
3	280 - 450	Активация средней выраженности
4	460 и больше	Повышенный уровень активации

Примечание: 1 - таблицы составлены для испытуемых с КГР Т и С типа (тонического и смешанного);
2 - при оценивании Ai их величины в зоне оценочных уровней округляются до ближайшей 10 значной вели-

чины. (комментарий Павла: возможно, имеет смысл сразу закладывать диапазон, например 455, а не 450)

Таблица 6. Оценка фоновых ПФС испытуемых с фазическим типом КГР.

N п.п.	Число осц. в мин.	Степень активированности испытуемых	Примеч.
1	2 - 3	Слабая активация	
2	4 - 9	Активация средней выраженности	
3	10 - 14	Сильновыраженная активация	
4	15 и больше	Гиперактивация	

Примечания: 1- В число фазических КГР-осцилляций включаются лишь те изменения сигнала, которые по динамике и параметрам однозначно относятся к реакциям с амплитудой не менее 1 сНп (исключаются помехи и артефактные изменения в сигнале по типу двигательных);

2- у испытуемых с КГР фазического типа не наблюдались ПФС с гипоактивацией (сверхслабой).

Таблица 7. Оценка величин КГР активности - СА - в фоновых состояниях испытуемых (перед тестированием) сНп/мин

N	Значения СА сНп/мин	Оценка активированности испыт.
1	10 - 25	Гипоактивность (слабовыраженная)
2	30 - 60	Средней выраженности (часто наблюдаемая)
3	70 - 130	Повышенная активность (больше обычной)
4	140 и больше	Гиперактивация (выяснить причину)

Примечание : Значения СА даны для испытуемых со смешанным типом КГР (С), в процессе выполнения ими обычной тестовой деятельности (не сверхзначимой).

Литература

1. Анастази А. Психологическое тестирование . Кн.2. М.,"Педагогика", 1982., 189 с.

2. Жуков С.В. Методика измерений информативных параметров кожно-гальванических реакций в состоянии монотонии. // Методики исследования и диагностики ФС и работоспособности человека-оператора в экстремальных условиях. М., 1987. С. 173- 177.

3. Суходоев В.В. Методика диагностики активационного компонента ФС оператора по параметрам КГР с использованием нелинейных шкал.// Методики исследования и диагностики ФС и работоспособности

человека-оператора в экстремальных условиях. М., 1987. С.154-172.
4. Суходоев В.В., Занковский А.Н. Оценка и динамика выраженности КГР у операторов в условиях РНД. //Функциональные состояния и эффективность деятельности человека-оператора в режиме непрерывной деятельности. М., 1987., С.261- 280.
5. Суходоев В.В. Графо-аналитический способ оценки эмоциональной напряженности человека по параметрам КГР. // Психическая напряженность в трудовой деятельности. М., 1989, С. 117-137.

6. Суходоев В.В. Анализ шкал, применяемых для измерений кожно-гальванических реакций человека./ Физиология человека,Т.18, N1, 1992.
7. Суходоев В.В. Методика измерений кожно-гальванических реакций человека для оценки его функциональных состояний. //.....
8. Дикая Л.Г., Черенкова Е.А. Роль содержания и значимости умственных задач в формировании разных форм напряженности.// Психическая напряженность в трудовой деятельности. М.,1989, С. 25-50.
9. Измерения в медицине и их метрологическое обеспечение. Тез.VШ Всес. конф. 1986 г.,М.
10. Урбах В.Ю. Биометрические методы. М., Наука, 1964.
11. Martin I.,Venables P.H. Techniques in Psychophysiology.N.Y.,1980. P.699.

Литература к методике измерений КГР

1. Алдерсонс А.А. Механизмы электродермальных реакций. Рига.,1985.
2. Алдерсонс А.А. Психофизиологические реакции энергообмена. Рига., 1989.
3. Букзайн В. Использование электрической активности кожи в качестве индикатора эмоций. Иностр. психология Т.2 N 2(4) 1994.,С.57-66.
4. Биоэлектростимулятор универсальный (СЛГ-1) "Бион-01", Инструкция. Одесса., 1988.
5. Дикая Л.Г., Суходоев В.В. Исследование структуры активационного компонента деятельности оператора. // "Эргономика",Вып. 1(15) М.,1983, С. 33-43.
6. Манойлов В.Е. Электричество и человек. "Энергия", 1975.
7. Науменко А.И., Скотников В.В. Основы электроплетизмографии.Л., Медицина, 1975, 215 с.
8. Слынько П.П. Потоотделение и проницаемость кожи человека.Киев., 1973.
9. Суходоев В.В. Анализ шкал, применяемых для измерений кожно-гальванических реакций человека.// Физиология человека. 1992. Т. 18. N 1, С. 56 - 63.
10. Суходоев В.В. Методика измерений и анализа параметров КГР по нелинейным шкалам для оценки эмоциональных реакций // Диагностика и регуляция эмоциональных состояний. Часть 1.,М., 1990. С.79-84.
11. Суходоев В.В. Определение состояний напряженности по динамике параметров кожно-гальванических реакций // Методики диагностики психических состояний и анализа деятельности человека.М., 1994,С. 181-199.
12. Чертов А.Г. Физические величины (терминология, определения, обозначения, размерности, единицы). М., 1990.
13. Хэссет Дж. Введение в психофизиологию. М.,"Мир",1986.
14. Эдсолл Дж., Гатфренд Х. Биотермодинамика. Изучение равновесных биохимических процессов. М.,"Мир", 1986.
15. Martin I, Venables P.H. Techniques in psychophysiology. N.Y., 1980. P. 699.