

Динамика психофизиологической реакции на визуальные стимулы в зависимости от периода их предъявления

В. А. Минкин

ООО «Многопрофильное предприятие «Элсис», Санкт-Петербург, Россия,
minkin@elsys.ru

Аннотация: Проведено исследование временных зависимостей параметров психофизиологического состояния от периода предъявления визуальных стимулов, синхронности предъявления визуальных стимулов относительно хронобиологических процессов и времени накопления виброизображения. Выявлены закономерности влияния периода предъявления визуальных стимулов на психофизиологические параметры, измеряемые адаптивной системой виброизображения (ВибраНЛП). Доказано, что уменьшение периода предъявления визуальных стимулов с 15 до 5 секунд незначительно влияет на точность определения предрасположенности испытуемого к исследуемому фактору. Показано, что синхронизация предъявления визуальных стимулов относительно протекающих хронобиологических процессов влияет на изменение психофизиологических параметров, и точность тестирования может изменяться в зависимости от момента начала тестирования. Предложено использовать полученную методологию психофизиологического тестирования при разработке быстродействующих (профайлинг за 60 секунд) систем безопасности для контроля враждебных намерений пассажиров в аэропортах.

Ключевые слова: виброизображение, психофизиология, визуальные стимулы, динамика, изменение психофизиологического состояния, ПФС, профайлинг, ВибраНЛП.

Psychophysiological Response Dynamics to Visual Stimuli Depending on Presentation Period

Viktor A. Minkin

Elsys Corp, St. Petersburg, Russia, minkin@elsys.ru

Abstract: Study of temporal dependences for the psychophysiological state parameters on the period of visual stimuli presentation, synchronicity of visual stimuli presentation in relation to chronobiological processes and vibraimage accumulation time was carried out. The patterns of the presentation period influence of visual stimuli on psychophysiological parameters measured by the adaptive vibraimage system (VibraNLP) were revealed. Proved that the decrease in the period of visual stimuli presentation from 15 to 5 seconds increases the accuracy of a subject's predisposition determining to the factor under study. Shown that synchronization of visual stimuli presentation relative to the ongoing chronobiological processes affects the change in psychophysiological parameters. Proposed to use developed methodology of psychophysiological testing in high-speed security systems to control subject hostile intent in technical profiling systems during 60 seconds testing of 100% passengers in airports.

Keywords: vibraimage, psychophysiology, visual stimuli, dynamics, psychophysiological state, profiling, VibraNLP.

Введение

Ежегодно в мире выходит значительное количество периодических журналов по психофизиологии, таких как *Psychophysiology* (Wiley), *International Journal of Psychophysiology* (Elsevier), *Journal of Psychophysiology* (Hogrefe) и т. д. Количество научных публикаций с ключевым словом *psychophysiology* в Google Scholar составляет (на момент написания статьи) 846000 и приближается к миллиону. Периодически проходит переиздание учебников по психофизиологии (Cacioppo et al., 2007; Данилова, 2012). При этом мне неизвестны научные публикации и исследования где можно найти ясный ответ на относительно простые вопросы из области психофизиологии — как человек реагирует на повторное предъявление сложного или простого визуального стимула и как меняется динамика психофизиологической реакции (ПФР) при изменении периода предъявления внешних стимулов (ППВС)? Хотя такие попытки ранее конечно предпринимались, например при создании динамической теории личности Левина (Левин, 2001). В метрологии одним из основных критериев точности (Минкин, 2019) является воспроизводимость результатов измерений и ее невозможно оценить без проведения повторных измерений. Однако в психофизиологии предъявление одного и того же стимула объяснимо приводит к разной реакции испытуемого (Pinto et al., 2020), потому что первичное предъявление стимула изменяет психофизиологическое состояние (ПФС) испытуемого, происходят процессы привыкания и обучения. Таким образом повторное предъявление того же стимула происходит тому же испытуемому, но находящемуся несколько в другом состоянии. Этот эффект отметил еще древнегреческий философ Гераклит, утверждавший что «все течет и все меняется», а также, что «в одну реку нельзя войти дважды» (Платон, 1990). Наличие подобной изменчивости человека не должно останавливать исследователей в области психофизиологии, тем более что получение воспроизводимой информации о динамике ПФР имеет большое практическое значение для уменьшения времени тестирования и повышения точности результата.

Целью данной работы является измерение динамики психофизиологической реакции при многократном предъявлении сложных стимулов с разным периодом предъявления и выявление закономерностей, способствующих повышению точности определения предрасположенности испытуемого к исследуемому фактору за минимальное время тестирования.

Материалы и Метод

Было проведено психофизиологическое исследование 10 человек (6 мужчин и 4 женщины, возраст от 20 до 65 лет, все европеоидной расы) технологией виброизображения (Минкин, 2007; 2020; Minkin&Nikolaenko, 2008) программой *VibraNLP* (Минкин&Николаенко, 2020) с различными настройками. Программа *VibraNLP* со стандартным опросником *LOf15* включает в себя 12 предъявляемых нейтральных стимулов в начальной части предварительного тестирования,

по которым определяется профиль множественного интеллекта (МИ) испытуемого (Gardner, 1983; Минкин&Николаенко, 2017), и 12 предъявляемых многофакторных стимулов. Причем каждый нейтральный стимул имеет 6 близких аналогов, которые предъявляются в случайном порядке. Всего программа VibraNLP содержит $12 \times 6 = 72$ нейтральных стимула и $12 \times 6 = 72$ многофакторных стимула (всего 24 стимула в каждом тестировании). Испытуемый последовательно проходил 18 тестирований с разными программными настройками (3 настройки ППВС, 2 настройки начала старта, 3 настройки разного времени интеграции психофизиологических параметров). Общее время прохождения 18-ти тестирований составляло в среднем 2 часа, тестирования различались по общему времени, так как при 5-секундном периоде время тестирования составляло около $5 \times 24 = 120$ секунд, при 10-секундном периоде соответственно — $10 \times 24 = 240$ секунд, при 15-секундном периоде соответственно — $15 \times 24 = 360$ секунд. Все тестирования программой VibraNLP проходили с обратной связью при измерении текущего ПФС испытуемых, и предъявление стимулов начиналось в момент (точнее спустя 3 секунды) прохождения ПФС минимального (Min) или максимального (Max) положения на временной оси.

Основным диагностируемым фактором в используемом опроснике была предрасположенность испытуемого к терроризму, соответственно многофакторные стимулы (сочетающие факторы МИ и терроризма) были направлены на выявление предрасположенности к террористической деятельности и представляли собой вопросы и фотографии (Николаенко, 2020).

Результаты исследований

Зависимость рассинхронизации ПФР относительно предъявляемых стимулов

На рисунке 1 представлена гистограмма зависимости параметра рассинхронизации ПФР (измеряется в секундах) относительно предъявляемых стимулов для выбранных настроек психофизиологического тестирования. Параметр рассинхронизации определяется как модуль разности времени между началом предъявления стимула и изменением направления динамики ПФС (Минкин, 2017; Minkin&Myasnikova, 2018), так как изменение направления ПФС может как опережать, так и запаздывать от момента предъявления стимула. Параметр рассинхронизации измеряется отдельно для первой и второй половины тестирования, так как нейтральные и многофакторные стимулы могут оказывать различное влияние на испытуемого.

Полученные данные показали как ожидаемые результаты, так и достаточно неожиданные. Ожидается выявлена прямая зависимость между задержками ПФР и временем накопления ПФС. Относительно неожиданно зависимость задержки от ППВС носит сложный характер.

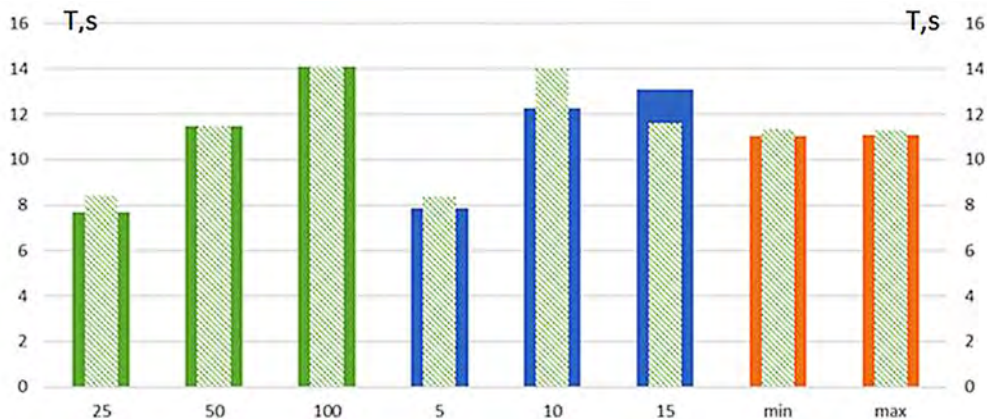


Рис. 1. Зависимость параметра рассинхронизации ПФР относительно предъявляемых стимулов для нейтральных стимулов (внешний столбец гистограммы) и многофакторных стимулов (внутренний столбец гистограммы).

По горизонтальной оси приведены настройки системы при проведении испытаний (слева направо) $N = 25; 50; 100$ — количество кадров накопления межкадровой разности в системе виброизображения. ППВС = 5; 10; 15 с. Min-Max — начало тестирования с минимального или максимального значения ПФС. Приведены средние арифметические значения параметра, полученные по 10 испытуемым

Зависимость синхронности ПФР от количества кадров накопления $N = 25; 50; 100$

Увеличение времени рассинхронизации при увеличении накопления межкадровой разности достаточно очевидно, так как интеграция накопленной информации о движениях человека приводит к замедлению отклика системы виброизображения на регистрируемое изменение ПФС.

Обратим внимание на полученные абсолютные значения рассинхронизации, составляющие примерно 8 секунд для 25 накоплений межкадровой разности. Полученные 8 секунд приходятся на 12 предъявляемых стимулов, что означает среднюю задержку или наоборот ранний переход (далее время люфта) изменения состояния примерно в диапазоне около 0,67 секунды для каждого стимула.

Для 50 накоплений межкадровой разности время задержки/предшества приближается к интегральным 12 секундам или 1 секунде на каждый стимул.

Для 100 накоплений межкадровой разности время задержки/предшества приближается к интегральным 14 секундам или 1,17 секунды на каждый стимул.

Отметим также, что разница между столбцами предварительного и основного тестирования наблюдается только для минимального времени накопления, $N = 25$ кадров.

Зависимость синхронности ПФР от ППВС = 5; 10; 15 с

В отличие от монотонной и идентичной зависимости, полученной для различного времени накопления, изменение ППВС имеет различный тип зависимости для нейтральных и многофакторных стимулов.

Если характер зависимости времени люфта нейтральных стимулов от периода близок к зависимости от кадров накопления (увеличение периода приводит к увеличению люфта ПФС от стимулов), то для многофакторных стимулов люфт имеет максимум при значении периода 10 секунд и уменьшается при увеличении ППВС до 15 секунд. Минимальный люфт между стимулом и реакцией на него оказался при минимальном значении ППВС.

Зависимость синхронности ПФР от момента начала тестирования (min, max)

Проведенные исследования не показали значимых изменений синхронизации стимул-реакция от минимального или максимального значения ПФС в начале тестирования. Несмотря на известность процессов гомеостаза и гомеокинеза (Новосельцев, 1978; Casiorro et al., 2007), синхронизация психофизиологического тестирования с внутренними хронобиологическими процессами (Halberg, 1987), протекающими в организме человека, не была ранее использована в психофизиологических исследованиях, вероятно, из-за сложности отслеживания текущего ПФС в режиме реального времени. Технология виброизображения позволяет оперативно определять ПФС человека и отслеживать его изменения в режиме реального времени, используя для этого различные оси и координаты (Минкин, 2017). Отсутствие синхронизации между стимулом и внутренними хронобиологическими процессами приводит к необходимости многократно повторять предъявляемые стимулы (Drayton, 2009; Vaur, 2006), так как только усредненная оценка может быть принята в расчет, если измеряемая величина значительно изменяется в процессе измерения (Новицкий, 1975). Если системы виброизображения первого и второго поколения (Минкин, 2021a), как и другие психофизиологические системы, не использовали информацию о текущем ПФС испытуемого, и измерения стартовали в случайный момент, то система VibraNLP в зависимости от выбранных настроек позволяет начать измерение в нескольких положениях ритма мозговой активности (Минкин&Бланк, 2019), а именно, на максимуме (точнее спустя 3 секунды прохождения максимума), на минимуме (спустя 3 секунды прохождения минимума) или в случайной точке психофизиологической активности.

Несмотря на то, что синхронизация старта измерения к минимуму и максимуму не оказала влияние на величину рассинхронизации ПФР относительно стимулов, мы рассмотрим влияние момента старта предъявления стимулов на другие характеристики ПФС в дальнейших разделах данной работы.

Зависимость информационной и энергетической составляющих ПФС относительно параметров тестирования

На рисунке 2 представлена гистограмма зависимости информационной и энергетической составляющих ПФС относительно параметров тестирования.

Из приведенной на рисунке 2 гистограммы следует, что информационная и энергетическая составляющие ПФС (Минкин, 2017; 2020) показали инвариантность ко всем использованным настройкам кроме количества кадров накопления

межкадровой разности. Информационная составляющая ПФС оказалась пропорциональна количеству кадров накопления, в то время как энергетическая составляющая была обратно пропорциональна количеству кадров накопления.

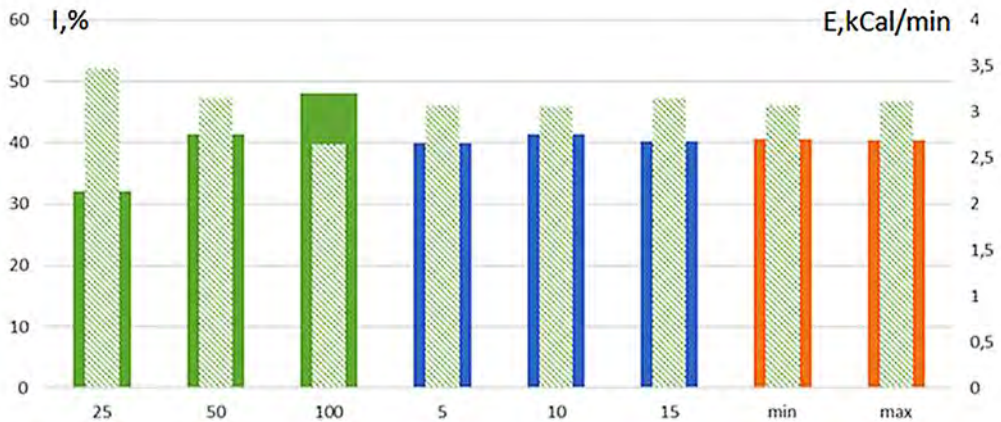


Рис. 2. Зависимость информационной (I) и энергетической (E) составляющих ПФС относительно настроек тестирования. Информационная составляющая (внешний столбец) и энергетическая составляющая (внутренний столбец).

По горизонтальной оси приведены настройки системы при проведении испытаний (слева направо) $N = 25; 50; 100$ — количество кадров накопления межкадровой разности в системе виброизображения. ППВС = 5; 10; 15 с. Min-Max — начало тестирования с минимального или максимального значения ПФС. Приведены средние арифметические значения параметра, полученные по 10 испытуемым

Зависимость ПМА и БОИФ относительно параметров тестирования

На рисунке 3 представлена гистограмма зависимости периода мозговой активности (ПМА) и бальной оценки исследуемого фактора (БОИФ) относительно параметров тестирования.

Группа испытуемых представляла собой законопослушных граждан без судимостей и незамеченных в политической и тем более террористической деятельности. Поэтому предположительно БОИФ (Минкин, 2021б) (предрасположенность к терроризму) должна быть максимально высокой и приближающейся к оценке 5 для оптимальных настроек метода психофизиологического тестирования (5 — отсутствие предрасположенности к фактору, 0 — максимальная зависимость или предрасположенность к исследуемому фактору).

Интересно отметить следующие выявленные тенденции зависимости факторных оценок от настроек исследования. Максимальная БОИФ = 4,17 выявлена для старта тестирования ППВС = 5 секунд (5). Минимальное значение БОИФ = 3,85 было получено при ППВС = 10 с. При этом наблюдалась явная зависимость БОИФ также от момента начала старта. При предъявлении стимулов с минимальной точки ПФС — большая БОИФ = 4,13, а при предъявлении стимулов с максимальной точки ПФС — меньшая БОИФ = 3,8.

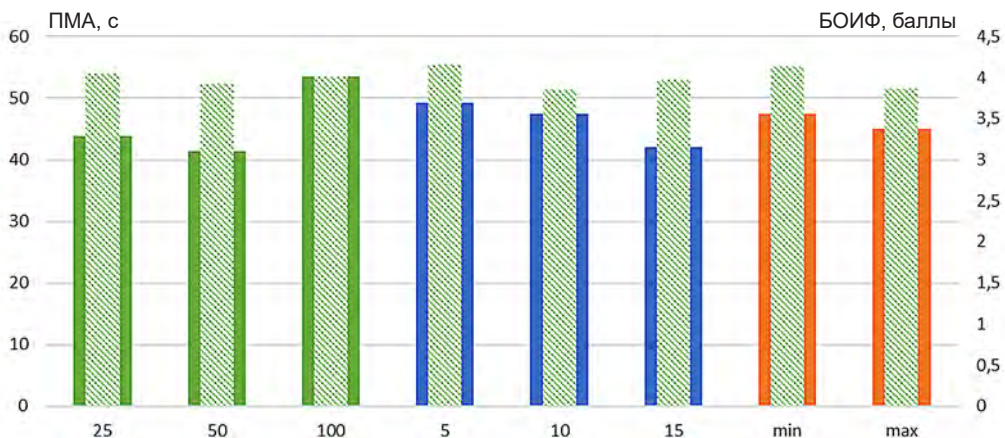


Рис. 3. Гистограмма ПМА (левая ось, секунды) и БОИФ (правая ось, баллы) относительно параметров тестирования. ПМА — внешний столбец, БОИФ — внутренний столбец на гистограмме.

По горизонтальной оси приведены настройки системы при проведении испытаний (слева направо) $N = 25; 50; 100$ — количество кадров накопления межкадровой разности в системе виброизображения. ППВС = 5; 10; 15 с. Min-Max — начало тестирования с минимального или максимального значения ПФС. Приведены средние арифметические значения параметра, полученные по 10 испытуемым

Максимальное значение ПМА оказалось при настройке $N = 100$ и составило 54,4 секунды. Минимальное значение ПМА было получено при настройке $N = 50$ накоплений межкадровой разности и составило 41,4 секунды.

Отметим, что ПМА оказался обратно пропорционален периоду предъявления стимулов, хотя и не показал предельных значений в проведенном исследовании.

Математическое описание приведенной на рисунке 3 факторной оценки (БОИФ) при классической разностной оценке ПФР на парные стимулы приведено в работе (Минкин, 2021б) представленной на данной конференции.

Обсуждение полученных результатов

В начале обсуждения полученных результатов отметим заметный разброс в психофизиологических реакциях при прохождении данного исследования, определяемых различными психотипами и возрастными показателями испытуемых. Для оценки разброса в параметрах приведем таблицу 1, в которой указаны не только средние значения параметров в группах, но и среднее квадратическое отклонение (СКО) для каждого параметра.

Если начать анализ полученных данных с окончательного результата или БОИФ в правом столбце таблицы 1, то обратим внимание что максимальная БОИФ при минимальном разбросе (M-SD) получена при проведении тестирования с 5-секундным периодом стимулов. Вторая лучшая БОИФ при старте предъявления стимулов с минимальной точки ПФС. Если считать максимальную оценку подтвержденным фактом отсутствия у испытуемых предрасположенности

к терроризму, то это означает, что проведение тестирований с 5-секундным ППВС при старте тестирования, синхронно привязанный к минимальной точке ПФС, дает заметно более адекватный и точный результат, чем старт, синхронно привязанный к максимальной точке ПФС, а также при других ППВС.

Таблица 1

Средние значения психофизиологических параметров (M) и среднеквадратическое отклонение (SD) параметров для проведенных групп измерений при различных настройках

M / SD	[1-24]	[1-12]	[13-24]	avgI	avgE	FFT max	Final result
25	15,99 5,02	7,65 2,72	8,34 3,06	32,30 7,60	3,45 0,70	43,78 21,87	4,05 1,00
50	22,97 7,15	11,48 4,52	11,49 4,38	41,42 5,36	3,15 0,70	41,44 19,19	3,93 0,90
100	29,32 12,36	14,60 6,59	14,72 7,92	47,96 9,39	2,64 0,70	53,52 28,15	4,02 0,75
5	16,16 5,18	7,83 2,98	8,32 3,01	40,14 9,21	3,05 0,73	49,31 30,77	4,17 0,78
10	26,98 8,90	12,51 5,00	14,47 6,08	41,40 10,53	3,04 0,76	47,40 20,02	3,85 0,95
15	25,15 12,05	13,39 6,62	11,76 6,83	40,15 10,19	3,15 0,82	42,03 18,62	3,98 0,89
min	22,64 11,03	11,12 5,34	11,51 7,02	40,60 9,78	3,06 0,77	47,41 26,66	4,13 0,85
max	22,88 9,49	11,37 5,91	11,52 4,99	40,52 10,17	3,10 0,77	45,08 20,70	3,87 0,90

Структура проводимого тестирования составлена таким образом, что первые 12 вопросов-стимулов относятся к нейтральным стимулам, а следующие 12 вопросов-стимулов выявляют реакцию на факторный стимул. Причем обработка идет как между парами нейтральных и соответствующих значимых стимулов, так и для всех нейтральных против всех значимых. При накоплении межкадровой разности по 100 кадрам идет интеграция ПФС за 20 секунд, что значительно превышает время предъявления одиночных стимулов при 5–10-секундном предъявлении, однако 100 кадровое накопление дает максимально высокую факторную оценку. Дело в том, что подобное размытие реакции хоть и затрудняет точную оценку значимого стимула, но лучше передает впечатление испытуемого от нейтральных и значимых стимулов. Сложение реакций происходит на внутреннем уровне технологии виброизображения, при этом предъявление самых коротких по времени 5-секундных стимулов только усиливает влияние бессознательного отношения к предмету тестирования.

Было отмечено, что ПФС испытуемого значительно зависит от его скорости реакции на стимулы, причем незначимые и значимые стимулы могут по-разному влиять на изменения ритма ПФС и скорость реакции на стимулы.

Значительный разброс измеряемых психофизиологических параметров и отраженных в таблице 1 вызван не только индивидуальными характеристиками испытуемых, но и методом усреднения результатов, применявшемся в таблице 1 и при построении гистограмм рисунков 1–3. Представленные результаты объединяют значения параметров, измеренных при различных настройках систем виброизображения, например, для рисунка 1 крайний левый столбец $N = 25$ показывает среднее значение рассинхронизации стимул-ПФР, полученное при измерениях с разным ППВС в 5, 10 и 15 секунд, а так же при старте стимулов с минимального и максимального положения ПФС. Естественно, что такое объединение различных настроек, скорее всего, снижает значимость зафиксированных изменений. Но если, даже при таком объединении различных настроек, разница значений оказывается визуально заметной, то это и явилось предметом дальнейших исследований, описанных в последующих работах (Минкин, 2021б; Минкин&Бланк; 2021), также представленных на данной конференции. Например, выявленная с учетом разных настроек разница между БОИФ при старте стимулов с минимального и максимального значения ПФС составляет всего 0,27 баллов. В то время как в работе (Минкин, 2021б) показано, что для фиксированных значений настроек (\max_{25_5} ; \min_{25_5}) эта разница составляет уже 1,6 балла ($3,7 - \max$; $4,3 - \min$).

На рисунке 4 приведен пример временной зависимости психофизиологических сигналов при ответе на нейтральные стимулы, регистрируемой программой VibraNLP при предъявлении опросника LOf05_NLP с выраженным синусоидальным реагированием испытуемого на парные стимулы.

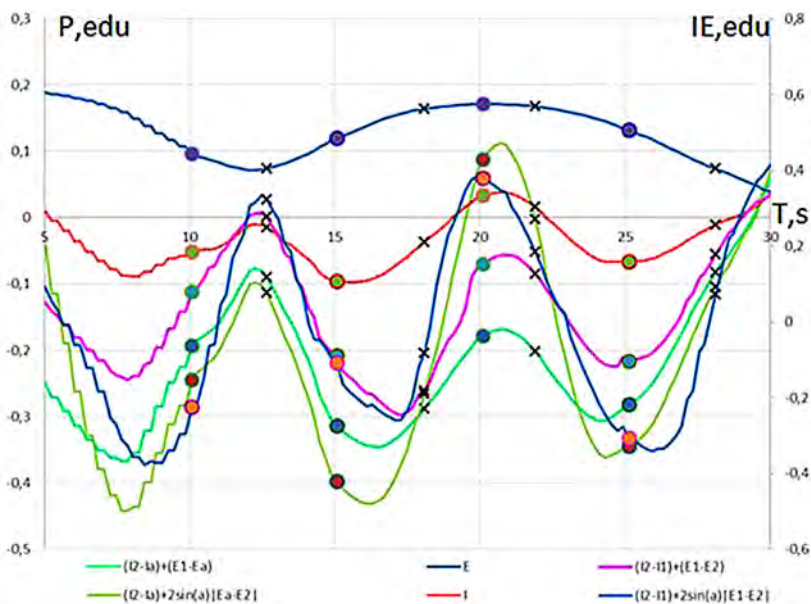


Рис. 4. Определение ПФС различными формулами. ПФР на нейтральные стимулы.

Круглая метка обозначает момент предъявления стимулов, крестик указывает на время ответа на стимул. ППВС = 5 с. Программа VibraNLP, опросник LOf05_NLP, файл M, страница IEP

Из рисунка 4 следует, что различные расчеты текущего ПФС, определяемые на основе информационной и энергетической составляющих ПФС, могут несколько отличаться по уровню, но общая тенденция изменения ПФС слабо изменяется для используемых формул расчета, приведенных в правой части рисунка 4.

На рисунке 5 показан переход от нейтральных стимулов к значимым и изменение ПФС во время всего тестирования, начало которого приведено на рисунке 4. Переход характеризуется значимым снижением амплитуды изменения ПФС, человек становится более напряженным при предъявлении значимых стимулов.

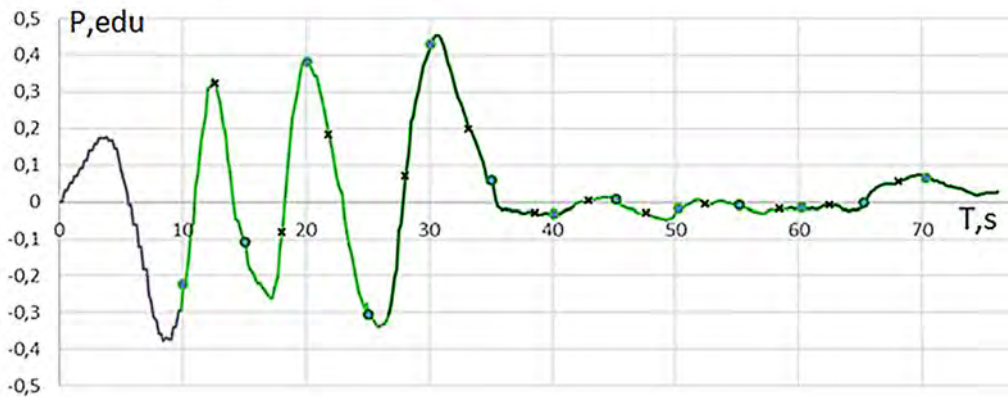


Рис. 5. Временная зависимость ПФС при прохождении тестирования 12 стимульным опросником LOI05_NLP.

Круглая метка обозначает момент предъявления стимулов, крестик указывает на время ответа на стимул. ППВС = 5 с. Программа VibraNLP, файл M, страница IEG

Спектр Фурье от сигнала изменения ПФС при тестировании испытуемого с детальной динамикой, показанной на рисунках 4 и 5, приведен на рисунке 6.

Локальный максимум на спектрограмме (10, 12 с) на рисунке 6 примерно совпадает с удвоенным периодом предъявления пяти секундных стимулов. Из рисунков 4 и 5 следует, что испытуемый (женщина, 39 лет) отличается хорошей реакцией и успевает ответить на вопросы за пару секунд до окончания предъявления стимула, что удавалось далеко не всем испытуемым при 5-секундном ППВС. Иногда испытуемые не успевали вовремя ответить на предъявленный вопрос. Отсутствие ответа на вопрос-стимул не влияет на расчет результата по разработанной методике в программе VibraNLP, так как результат определяется именно психофизиологической реакцией на стимул, а не сознательным ответом на него.

Получается относительно парадоксальная вещь, для выявления правильной реакции испытуемого на стимулы надо отключать сознание испытуемого, тогда бессознательная реакция более адекватно раскрывает истинное отношение испытуемого к стимулам. Причем для этого не надо предъявлять стимулы в скрытом виде, типа технологии 25 кадра (Loftus&Klinger, 1992), достаточно минимизировать время предъявления стимулов до 5 секунд и предлагать правильную последовательность стимулов и скоординированную обработку.

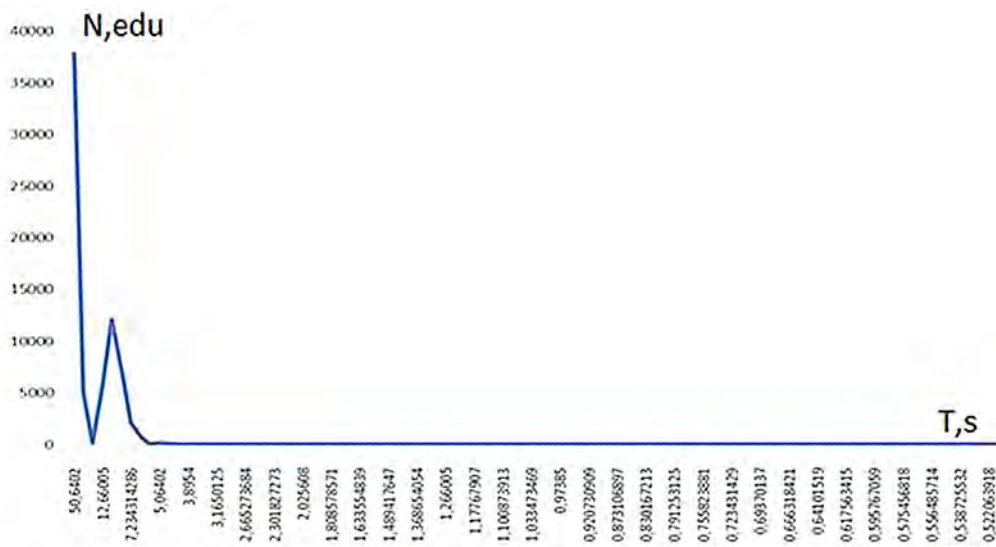


Рис. 6. Спектрограмма Фурье сигнала изменения ПФС. ППВС = 5 с.
Программа VibraNLP, файл M, страница FFT

Первоначально планировалось проведение серии экспериментов для каждого испытуемого с отсутствием синхронизации между предъявлением стимулов и изменением ПФС. Тем более, что такой режим предусмотрен программой VibraNLP. Однако, тестирование испытуемого в текущем режиме составляет прохождение 18 тестов, длится около 2 часов, что приводит к заметному утомлению испытуемого. Добавление еще 9 тестов при отсутствии синхронизации увеличило время тестирования еще на час, что привело к еще более заметному изменению ПФС относительно начала тестирования и искажению результатов. Потому в данном исследовании я решил отказаться от тестирования без синхронизации, тем более что такое тестирование неоднократно проводилось системами виброизображения второго поколения и их результаты достаточно подробно описаны ранее (Минкин, 2020).

Полученные результаты позволяют оптимистично смотреть на возможность проведения коротких тестирований с предъявлением значительного количества стимулов, например 12 стимулов за 60 секунд способны выявить скрытые враждебные намерения испытуемого, что позволит использовать разработанную технологию в системах безопасности и ввести 100% контроль прибывающих пассажиров в аэропортах или на границах государств.

Разработанная программа VibraNLP находится в открытом доступе на сайте Psymaker (psymaker.com) и позволяет всем желающим проводить собственные исследования, в том числе формировать собственные опросники и стимулы.

Проведенные в данной работе исследования показали общие тенденции в динамике ПФР испытуемых на предъявляемые стимулы. Причем я сознательно смешал различные настройки в одном исследовании, чтобы показать что нельзя

рассматривать получаемый результат без однозначной привязки к методу его получения и настройкам системы виброизображения. Было показано, что настройки накопленных кадров $N = 25; 50; 100$ в системе виброизображения значительно влияют на получаемые результаты. Так же, как и внешние условия, прежде всего, ППВС = 5; 10; 15 с оказывает значительное влияние на получаемый результат. Кроме того, синхронизация предъявления стимулов с хронобиологическими процессами и начало предъявления стимулов оказывают значимое влияние на получаемый результат. С одной стороны, такое количество многомерных зависимостей в технологии виброизображения от различных факторов усложняет проведение исследований для неспециалистов, однако понимание происходящих технических и психофизиологических процессов позволяет добиваться однозначного результата, недостижимого для других технологий психофизиологической детекции.

Таким образом, данная работа наметила наиболее перспективные направления исследований, более полно раскрытые в дальнейших работах, также представленные на этой конференции по синхронизации стимульной информации с хронобиологическими процессами (Минкин & Бланк, 2021) и минимизации ППВС при оптимальных фиксированных настройках (Минкин, 2021б).

Заключение

Проведенные исследования динамики ПФР испытуемых на различные стимулы (незначимые, значимые и многофакторные) показали заметное изменение динамики ПФР испытуемых при изменении ППВС. Предложенная методика адаптивного тестирования с подбором индивидуальных стимулов для каждого испытуемого показала свою эффективность при проведении исследований с многократным предъявлением множества близких стимулов.

Полученные результаты показали незначительное изменение точности определения предрасположенности к исследуемому фактору (предрасположенность к терроризму) при уменьшении ППВС от 15 до 5 секунд при проведении адаптивного тестирования с предварительной и индивидуализированной серией визуальных стимулов.

Предположительно точность и стабильность определения предрасположенности к фактору (предрасположенность к терроризму) повышаются при введении биологической обратной связи (синхронизации предъявления стимулов с хронобиологическим процессом — периодом активности мозга) и старте тестирования на нижней точке текущего изменения ПФС. Результат изменения точности психофизиологического тестирования при уменьшении ППВС с 15 до 5 секунд должен быть проверен при фиксированных настройках и достоин отдельного изучения. Возможно потребуются отработка специальных алгоритмов для повышения точности при предъявлении стимулов с минимальным периодом. Так как технология виброизображения основана на обработке больших данных, то каждый получаемый результат должен рассматриваться в непосредственной привязке к конкретному алгоритму и настройкам, при которых осуществлялось его получение.

По результатам данного исследования было принято решение о проведении дополнительных исследований зависимости БОИФ от старта и ППВС при фиксированных настройках системы виброизображения (Минкин, 2021б) и связи между хронобиологическими процессами и ПФР (Минкин&Бланк, 2021).

Литература:

1. Данилова, Н. Н. (2012) Психофизиология: учебник. М.: Аспект Пресс, 368 с.
2. Левин, К. (2001) Динамическая психология. М: Смысл.
3. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме, 108 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>
4. Минкин, В. А. (2017) Способ оценки психофизиологического состояния человека, RU 2695888, МПК А61В 5/11. Заявл. 24.03.2017; Оpubл. 29.07.2019, Бюл. 22.
5. Минкин, В. А. (2019) О точности технологии виброизображения, Труды 2-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2019 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 167–179.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.RU.21>
6. Минкин, В. А. (2020) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
7. Минкин, В. А. и др. (2020) Способ психологического и/или психофизиологического тестирования. Заявка № 20200118568 на патент РФ. ООО «МП «Элсис». Заявл. май 2020.
8. Минкин, В. А., Николаенко, Я. Н. (2017) Виброизображение и множественный интеллект. СПб.: Реноме, 156 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VIMI.2017>
9. Минкин, В. А., Бланк, М. А. (2019) Психофизиологическое формирование периода мозговой активности, Труды 2-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2019 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 9–16. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.RU.19>
10. Минкин, В. А., Николаенко, Я. Н. (2020) Адаптивное психологическое тестирование. Совмещение предварительного и основного тестирования в нейро-лингвистическом профайлинге, Труды 3-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2020 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 9–16. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.13.VC3.RU>
11. Минкин, В. А. (2021а) Три поколения систем виброизображения. Обзор разработчика, Труды 4-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 24–25 июня 2021 г., Санкт-Петербург, Россия. С. 9–19.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.RU.01>
12. Минкин, В. А. (2021б) Определение психофизиологической реакции на многофакторные стимулы в адаптивном опроснике разложения характеристик личности на независимые составляющие. Возвращение эффекта Кулешова в психофизиологию, Труды 4-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 24–25 июня 2021 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 49–61.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.RU.04>
13. Минкин, В. А., Бланк, М. А. (2021) Психофизиология и гомеокинез. Синхронизация предъявления стимулов к хронобиологическим процессам, Труды 4-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 24–25 июня 2021 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 62–75. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.RU.05>
14. Николаенко, Я. Н. (2020) Разработка и апробация стимулов при адаптивном тестировании различных форм экстремизма, Труды 3-й международной научно-технической конференции:

- Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2020 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 9–16. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.12.VC3.RU>
15. Новицкий, П. В. (1975) Электрические измерения неэлектрических величин. Л.: Энергия.
 16. Новосельцев, В. Н. (1978) Теория управления и биосистемы. М.: Наука.
 17. Платон (1990) Кратил. Собрание сочинений в четырёх томах. М.: АН СССР Институт философии. Мысль, 1990. Т. 1, С. 636.
 18. Baur, D. J. (2006) Federal Psychophysiological Detection of Deception Examiner Handbook, Counterintelligence Field Activity Technical Manual.
 19. Cacioppo, G. T. et al. (2007) Handbook of Psychophysiology, Cambridge University Press.
 20. Drayton, M. (2009). The Minnesota Multiphasic Personality Inventory-2 (MMPI-2), Occupational Medicine, Vol. 59, Issue 2, March 2009, pp. 135–136. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqn182>
 21. Halberg, F. (1987) Perspectives of Chronobiologic Engineering, NATO ASI Series, Vol. 120, pp. 1–46.
 22. Loftus, E. F., Klinger, M. R. (1992) Is the Unconscious Smart or Dumb?, American Psychologist, Vol. 47, No. 6, pp. 761–765.
 23. Minkin, V. A., Nikolaenko, N. N. (2008) Application of Vibraimage Technology and System for Analysis of Motor Activity and Study of Functional State of the Human Body, Biomedical Engineering, Vol. 42, No. 4, pp. 196–200. <https://doi.org/10.1007/s10527-008-9045-9>
 24. Minkin, V. A., Myasnikova, E. (2018) Using Vibraimage Technology to Analyze the Psychophysiological State of a Person during Opposite Stimuli Presentation, Journal of Behavioral and Brain Science, No. 8, pp. 218–239. <https://doi.org/10.4236/jbbs.2018.85015>
 25. Pinto, G. et al. (2020) Multimodal Emotion Evaluation: A Physiological Model for Cost-Effective Emotion Classification. Sensors 2020, 20, 3510; <https://doi.org/10.3390/s20123510>