

Три поколения систем виброизображения. Обзор разработчика

В. А. Минкин

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

***Аннотация:** На примере систем виброизображения проанализированы области применений, достоинства и недостатки различных поколений систем измерений психофизиологических параметров. Рассмотрены структурные схемы трех поколений систем виброизображения. Приведено обоснование физического подхода к разложению характеристик личности на независимые составляющие для выявления факторной зависимости. Предложено средство разделения характеристик личности на независимые составляющие в качестве многофакторных стимулов. Спрогнозировано развитие третьего поколения систем измерений психофизиологических параметров как основной тенденции на ближайшие 20–50 лет. Сформулирована цель идентификации намерений произвольного испытуемого за 60 секунд и предложены методы и средства для ее достижения.*

***Ключевые слова:** виброизображение, психофизиология, метрология, средства измерений прямого преобразования, средства измерений с уравниванием, адаптивные измерительные системы, адаптивное тестирование, обратная связь, визуальные стимулы, биометрия.*

Three Generations of Vibraimage Systems. Developer Review

Viktor A. Minkin

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

***Abstract:** Application fields, advantages and disadvantages of various generations of psychophysiological systems are analyzed on the example of vibraimage systems. Structural diagrams of three generations of vibraimage systems are considered. The substantiation of physical approach to personality characteristics discrimination into independent components to identify factor dependence is given. The means of dividing a personality into independent components as multifactorial stimuli is proposed. The development of third generation system for psychophysiological detection is predicted as the main trend for the next 20–50 years. The goal of identifying intentions in 60 seconds is formulated, the methods and means for achieving it are proposed.*

***Keywords:** vibraimage, psychophysiology, direct conversion measuring instruments, measurement with feedback, adaptive measuring instruments, adaptive testing, visual stimuli, biometrics.*

Введение

По сложившейся традиции первый доклад на конференции является обзором общих тенденций в технологии виброизображения, произошедших за последний год (Минкин, 2018; 2019; 2020б). В данной работе остановлюсь на классификации систем виброизображения по методу измерения. Известно, что все методы измерений разделяются на методы прямого и уравновешенного преобразования (Новицкий, 1975). В методах прямого преобразования все преобразования информации производятся в одном прямом направлении. В случае систем виброизображения при анализе психофизиологического состояния (ПФС) человека, движения головы исследуемого человека преобразуются с помощью ряда измерительных преобразований (падающий ровный свет в отраженный световой градиент, преобразование свет-заряд на фотоприемной матрице, преобразование заряда в выходной аналоговый сигнал, оцифровка выходного сигнала в телевизионной камере, обработка цифрового сигнала компьютерной программой) в параметры его психофизиологического состояния, например, агрессию или уровень стресса.

Метод прямого преобразования традиционно применяется в различных психофизиологических исследованиях, причем обычно, первичным источником информации являются физиологические сигналы, например, ЭЭГ (Reuderink et al., 2013), мимика лица (Giannakakis et al., 2017), тональность речи, активность глаз, температура тела, электромиограмма (ЭМГ), частота дыхания, кожногальваническая реакция, частота сердечных сокращений (ЧСС), электрокардиограмма (ЭКГ), вариабельность сердечного ритма (BCP), артериальное давление, фотоплетизмограмма (Giannakakis et al., 2019; Tao&Tan ed., 2009).

Метод уравновешенного преобразования (или измерительного преобразования с обратной связью) в психофизиологии и психологии, обычно, связан с предъявлением визуальных, текстовых или аудио стимулов, задающих определенное психофизиологическое состояние или настроение испытуемому. В качестве визуальных стимулов наиболее широкий выбор предоставляет система IAPS, включающая около 1200 различных изображений (Zhou et al., 2011), с известной статистикой влияния на ПФС. При этом измерение влияния стимула на ПФС оценивается по динамике изменения различных психофизиологических сигналов, таких как КГР, ЭМГ, ЭЭГ и частота дыхания.

Адаптивные методы психофизиологических исследований (с адаптацией стимулов под конкретного испытуемого) широко представлены в детекции лжи (Vaar, 2006), где особо важна личность испытуемого, и стимулы основного тестирования подбираются к испытуемому на основе предварительного тестирования, когда определяются наиболее значимые вопросы для конкретного тестирования (Минкин&Николаенко, 2020).

Целью данного обзора является разбор преимуществ и недостатков различных систем виброизображения, а также определение оптимальных применений для каждого поколения систем виброизображения.

Системы виброизображения первого поколения. Средства измерения прямого преобразования

Первая разработанная система виброизображения была прямого преобразования, ее структурная схема приведена на рисунке 1.

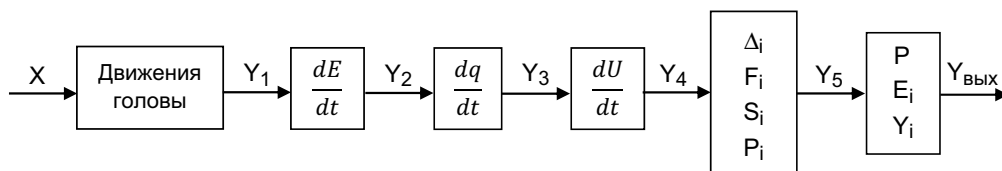


Рис. 1. Структурная схема системы виброизображения прямого преобразования.

X — характеристики ПФС, Y_1 — изменение светового потока в зависимости от контраста объекта и его двигательной активности, Y_2 — пространственное преобразование светового потока с помощью оптики телевизионной камеры, Y_3 — преобразование заряда в фотоприемнике, Y_4 — аналого-цифровое преобразование сигнала в цифру, Y_5 — первичные параметры виброизображения, $Y_{\text{вых}}$ — восстановленные характеристики ПФС

Физической измеряемой величиной в системе виброизображения являются пространственные движения головы, которые отображает изменение отраженно-светового потока, приходящее на каждый элемент матричного фотоприемника. Фотоприемник преобразует свет в электрический заряд, затем в напряжение, которое в телевизионной камере преобразуется в цифровое видео изображение. Компьютерная программа преобразует цифровое изображение в два потока аналогового и частотного виброизображения (Минкин&Штам, 2000), затем эти потоки преобразуются в первичные параметры виброизображения, отражающие амплитуду, частоту, симметрию и математические параметры движения головы (Минкин, 2020а). Результирующая чувствительность всего канала, в котором используется метод прямого преобразования, определяется произведением чувствительностей всех его преобразователей, а результирующая погрешность канала в равной мере определяется погрешностями всех преобразователей (Новицкий, 1975).

Не следует считать, что системы виброизображения первого поколения или прямого преобразования чем-то хуже, чем системы виброизображения второго или третьего поколения, они предназначены для решения различных задач. Основной задачей систем виброизображения первого поколения МЕД, ПРО, HealthTest, VibraNT (Минкин, 2019а; Minkin et al., 2020) является определение параметров психофизиологического состояния человека, находящегося в свободном состоянии без воздействия на него внешних стимулов. Хотя, в некоторых случаях, целесообразно использовать нейтральные стимулы для минимизации разброса ПФС, так как было доказано, что отсутствие внешних стимулов приводит к максимальному разбросу параметров ПФС по произвольной выборке испытуемых (Минкин, 2020а). Поэтому в последней модификации программ

HealthTest и VibraHT был введен режим Relax с показом картинок природы, что позволило уменьшить разброс ПФС для относительно длительных трехминутных тестирований.

Основным применением систем виброизображения первого поколения были и остаются системы безопасности, когда необходимо в течение короткого времени (5–20 секунд) определить текущее ПФС испытуемого, например, в аэропорту для оперативного выявления агрессивных и потенциально опасных пассажиров (Минкин&Целуйко, 2014).

Другим актуальным применением систем виброизображения первого поколения является медицинская и психофизиологическая диагностика для выявления различных заболеваний, например, COVID-19 (Бланк и др., 2012; Minkin et al., 2020) или предменный психофизиологический контроль (Бобров и др., 2020). Следует отметить, что если для выявления ярких эмоциональных состояний достаточно иметь длительность измерения ПФС несколько (5–20) секунд, то для медицинской и психофизиологической диагностики необходимо более длительное время, составляющее 60–180 секунд. Это связано с необходимостью превышения времени измерения над периодом мозговой активности (Минкин&Бланк, 2019), который может составлять более 60 секунд, а захват только части этого периода существенно снижает точность определения средних значений и вариабельности параметров ПФС (Минкин, 2019б).

Системы виброизображения второго поколения. Средства измерения уравнивающего преобразования

В некоторых случаях информации о свободном психофизиологическом состоянии оказывается недостаточно, например для получения данных о способностях человека, тогда для выявления скрытой информации необходимо предъявление внешних стимулов. При этом фиксируется реакция изменения ПФС под воздействием внешних стимулов, т. е. реализуется обратная связь между предъявлением стимула и изменением ПФС. Структурная схема системы виброизображения с обратной связью представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Структурная схема системы виброизображения уравнивающего преобразования. Влияние стимулов на параметры ПФС. Прямое преобразование измеряемых величин аналогично рисунку 1 и показано в виде интегральных блоков преобразований

Обратной связью называется любая передача сигналов в обратном направлении, т. е. от выхода к входу (Новосельцев, 1978). Предъявляемые испытуемому визуальные и текстовые стимулы влияют и изменяют параметры ПФС. Измеряемой величиной в системе виброизображения с управляемыми стимулами являются не сами параметры ПФС, а их изменение при воздействии стимулов на человека. Такое вычитание параметров позволяет уменьшить влияние первичного ПФС на измеряемую величину (которое может быть различным в силу множества причин) и анализировать только нужную информацию, хотя, конечно, полностью устранить влияние первичного ПФС на результаты тестирования не всегда получается.

Программы виброизображения второго поколения (ВибраМИ, PsyAccent, VibraLie) используют визуальные текстовые и аудио стимулы для изменения состояния испытуемого (Минкин&Николаенко, 2017), причем они основаны на сложившихся в современной психофизиологии подходах к предъявлению стимулов, в том числе временной промежуток между стимулами составляет не менее 15 секунд при длительности стимула примерно 5 секунд (Minkin&Myasnikova&Nikolaenko, 2019). Предполагается, что за время после воздействия стимула психофизиологическое состояние испытуемого вернется примерно в то же положение, в котором находилось до предъявления предыдущего стимула.

Большая часть программ виброизображения второго поколения рассчитана на применение в достаточно комфортных условиях персонального психологического тестирования, например определение способностей и профиля множественного интеллекта ребенка или студента, или проведение интервью при приеме на работу. Среднее время тестирования составляет примерно 7 минут и включает предъявление 24 стимульных вопросов. Конечно, это значительно более короткое по времени тестирование, чем традиционные психологические опросы MMPI (Drayton, 2009), включающие более 500 вопросов и длящиеся около 2 часов для одного тестирования, что делает технологию виброизображения достаточно привлекательной для проведения массовых тестирований. Большинство психофизиологических тестирований с предъявлением стимулов достаточно сложны для проведения, что ограничивает результаты тестирования максимум сотнями испытуемых (Giannakakis et al., 2019). Исследования, включающие сотни и тысячи испытуемых по единой методике, были возможны только при проведении психологических опросов без использования физиологических данных (Schmalbach et al., 2020), однако простота использования технологии виброизображения позволяет проводить исследования более 10 тысяч испытуемых при получении данных более 10 основных психофизиологических параметров (Минкин, 2020а).

Системы виброизображения третьего поколения. Адаптивные средства измерения

В настоящее время мне неизвестны автоматические аналоги адаптивных психофизиологических систем третьего поколения кроме систем виброизображения. Неавтоматическим аналогом адаптивных систем является предварительное и основное тестирование при детекции лжи, осуществляемое полиграфологом индивидуально

для каждого отдельного случая (Минкин&Николаенко, 2020). Только технология виброизображения, в силу своих свойств (бесконтактность, простота использования, обработка огромного объема получаемой информации 30 Мб/с в режиме реального времени), может оперативно разделить личность человека на составляющие параметры на стадии предварительного тестирования, определить и предъявить значимые стимулы, индивидуальные для каждого человека, затем провести комплексную обработку каждой составляющей и личности в целом. Структурная схема адаптивной системы виброизображения представлена на рисунке 3.

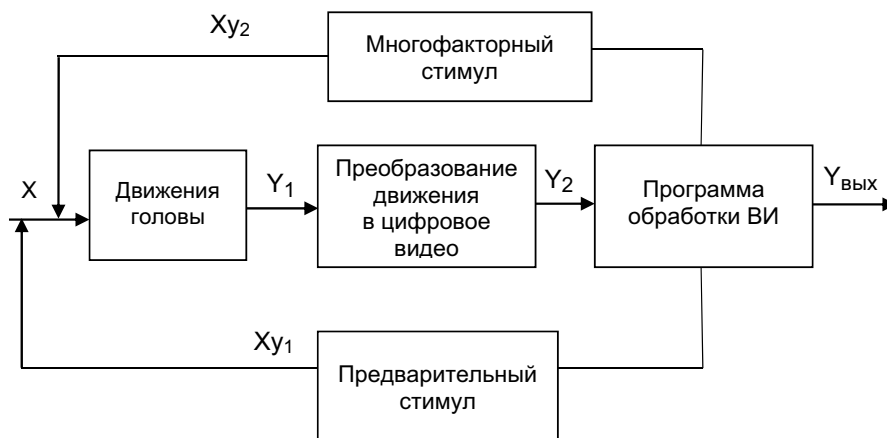


Рис. 3. Структурная схема системы виброизображения адаптивного преобразования

Впервые адаптивная система виброизображения (ВибраНЛП) была представлена на прошлогодней конференции по технологии виброизображения (Минкин&Николаенко, 2020). На данной конференции представлены несколько исследований, посвящённых различным режимам и возможностям программы ВибраНЛП (Минкин, 2021а; 2021б; Минкин&Бланк, 2021). Адаптивность программы ВибраНЛП заключается в том, что на первой стадии предварительного тестирования (12 вопросов) определяется профиль множественного интеллекта испытуемого и выявляются наиболее развитые интеллекты или личность испытуемого раскладывается на другие характеристики. Вопросы и стимулы, предъявляемые испытуемому на второй стадии в ходе основного тестирования, зависят от прохождения предварительного тестирования. Наиболее развитым типам интеллекта испытуемого предъявляют наиболее значимые стимулы, касающиеся фактора исследования. Это позволяет использовать незначимые стимулы как относительно нейтральные и повысить точность тестирования при уменьшении его длительности за счет приоритетного анализа значимых характеристик личности.

Если предыдущие поколения систем виброизображения использовали ранее установленные психофизиологические правила (Cacioppo et al., 2007), то адаптивная система устанавливает свои правила и нормы. Приведенные результаты (Минкин, 2021а; 2021б; Минкин&Бланк, 2021) показали, что можно еще больше сократить время тестирования при сохранении точности, достигнутой

в системах виброизображения второго поколения. Оказалось, что при предъявлении значимых стимулов ПФС испытуемого не возвращается в прежнее положение (Minkin&Myasnikova, 2018; Minkin&Myasnikova&Nikolaenko, 2019). Более того, длительные паузы между вопросами позволяют испытуемому лучше контролировать свои бессознательные реакции, а минимизация времени между вопросами-стимулами позволяет получить более точную бессознательную реакцию на предъявляемый стимул (Минкин, 2021а). Этому также способствует навязанный ритм предъявления стимулов, который может быть минимизирован до 5 секунд на стимул. Причем количество стимулов может быть сокращено вдвое при объединении противоположных стимулов в одном вопросе, тогда общее количество вопросов составит 12–24, а общее время тестирования составит всего 60–120 секунд (Минкин, 2021а; 2021б; Минкин&Бланк, 2021).

Такое короткое время тестирования открывает принципиально новые возможности использования адаптивных систем виброизображения в области безопасности, в том числе при прилете в аэропортах. Системы виброизображения первого поколения справляются с выявлением потенциально опасных людей при вылете, что вполне объяснимо, так как психофизиологические системы прямого преобразования определяют текущее психофизиологическое состояние. Если пассажир намерен совершить террористический акт или противоправные действия в полете, то его психофизиологическое состояние перед вылетом обязано отличаться от ПФС обычных пассажиров. Но если пассажир не собирается совершить противоправных действий во время полета, при этом у него есть намерение совершить противоправные действия после прилета, то контролировать его текущее ПФС до вылета становится бессмысленным, так как оно не будет отличаться от ПФС обычных пассажиров. Так же бессмысленно контролировать текущее ПФС потенциальных террористов после полета, для выявления потенциальных нарушителей необходимо контролировать их намерения, а не текущее ПФС. Системы виброизображения второго поколения способны выявлять намерения испытуемых, но достигнутая длительность тестирования примерно 7 минут не позволяет осуществлять 100% контроль пассажиропотока в современных аэропортах. Создание автоматических киосков по контролю враждебности намерений прилетающих (Nunamaker, 2011) становится возможным при снижении времени тестирования до 1 минуты, что достижимо с адаптивными системами виброизображения третьего поколения (Минкин, 2021а; 2021б; Минкин&Бланк, 2021).

Обсуждение результатов и дискуссия

Физический подход к человеку как объекту психофизиологического исследования, заложенный Сеченовым (Сеченов, 1952), Дарвином (Darwin, 1872) и Джеймсом (James, 1890) еще в 19 веке, является основным и в 21 веке. В 2020 году Нобелевская премия по физике была вручена Роджеру Пенроузу за исследования черных дыр в области астрономии, хотя, на мой взгляд, его исследования в области психофизиологии и сознания (Penrose, 1994) заслуживают не меньшей награды. Стандартным подходом исследования в современной физике является разложение общего явления

на независимые составные компоненты, например, молекулы на атомы, атомы на элементарные частицы, белый спектр на цветные составляющие. Исследование каждой составляющей спектра в отдельности позволяет лучше понять и представить свойства объекта в целом, поэтому теория множественного интеллекта, предложенная Гарднером (Gardner, 1983) для характеристики личности, является таким физическим аналогом разделения личности на независимые спектры или характеристики личности. Основным в подходе Гарднера является именно независимость психофизиологических характеристик, а не их название и функции (Gardner, 2009). Мне представляется возможным, что такой физической призмой, разделяющей характеристики личности и выявляющей предрасположенности личности к исследуемому фактору, являются многофакторные стимулы (Николаенко, 2020) лингвистически ориентированные как на исследуемый фактор, так и на определенный тип множественного интеллекта. Конечно, добиться в психофизиологии такой же повторяемости результатов как в физике достаточно сложно, так как лингвистическая и ассоциативная привязка стимула к различным факторам является новым методом и требует дополнительного изучения и статистических подтверждений.

Отдельным вопросом, требующим так же дальнейшего изучения, является возможность генерации близких стимулов, используемых на стадии предварительного тестирования. С одной стороны, стимулы должны быть достаточно близки по смыслу, чтобы не вызывать различных ассоциаций, с другой стороны, стимулы должны отличаться, чтобы избежать эффекта привыкания и быть относительно неожиданными и новыми для испытуемого. Примерно аналогичный подход используется в психофизиологической детекции лжи при формировании значимых стимулов (Vaig, 2006), когда при многократных предъявлениях значимые стимулы имеют некоторые отличия между собой.

Несмотря на кажущуюся недостаточность практических доказательств эффективности адаптивных (под конкретного пользователя) психофизиологических систем третьего поколения, мне представляется, что этот путь развития будет преобладающим для психофизиологии на следующие 20–50 лет так как любые исследования человека как объекта достаточно долговременные. Когда мы начинали заниматься биометрической идентификацией в начале 90-х годов прошлого века и создали первый чиповый сканер для дактилоскопической идентификации личности (Минкин и др., 1992; 1995) мало кто верил, что процедура биометрической идентификации личности станет рутиной во многих аэропортах мира. Задача идентификации намерений (Минкин, 2002), возможно, является чуть более сложной, чем идентификация личности, но это такая же физическая задача и она должна иметь объективное решение.

Заключение

В настоящее время продукты, созданные на основе технологии виброизображения, дают простор как практическим пользователям, так и исследователям, работающим в различных областях, в том числе безопасности, медицине, психологии, спорте и других направлениях, где востребовано измерение и оценка

психофизиологических характеристик человека. Если до недавнего времени технология виброизображения представляла собой только инструмент получения психофизиологической информации о человеке, аналогичный другим физиологическим сигналам, то теперь накопленные знания формируют новые подходы в психофизиологии, которые могут быть не только востребованы в качестве практических решений, но и использоваться в качестве методологии для других психофизиологических технологий.

Литература:

1. Бланк, М. А. и др. (2012) Способ скрининг диагностики рака простаты. Пат. RU2515149, МПК А61В 5/11, ООО «МП «Элсис». Заявл. 06.02.2012; Оpubл. 10.05.2014, Бюл. № 13.
2. Бобров, А. Ф. и др. (2020) Технология виброизображения в задачах оценки культуры безопасности на опасных производствах, Труды 3-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2020 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 30–39. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.01.VC3.RU>
3. Минкин, В. А. и др. (1992) Способ для получения контактного изображения, RU2031625.
4. Минкин, В. А. и др. (1995) Дактилоскопическая идентификационная система, RU2154301.
5. Минкин, В. А., Штам, А. И. (2000) Способ и устройство преобразования изображения. Пат. RU2187904, МПК H04N 5/14, ООО «МП «Элсис». Заявл. 19.12.2000; Оpubл. 20.08.2002.
6. Минкин, В. А. (2002) Биометрия. От идентификации личности к идентификации мыслей. *id.Magazine* № 3 (6) 2002, с. 25–26.
7. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме. 108 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>
8. Минкин, В. А., Целуйко, А. В. (2014) Практические результаты применения систем технического профайлинга для обеспечения безопасности на транспорте, *Транспортное право*, № 3, 2014.
9. 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>
10. Минкин, В. А. (2018) Технология виброизображения, 20 лет спустя, Труды 1-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 28–29 июня 2018 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 7–14. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC1.RU.1>
11. Минкин, В. А. (2019a) Обзор применений технологии виброизображения, 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.1>
12. Минкин, В. А. (2019b) 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>
13. 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>
14. 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>
15. Минкин, В. А. (2020а) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
 16. Минкин, В. А. (2020б) Вибропсихология как самостоятельное научное направление, 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.01.VC3.RU>
 17. Минкин, В. А. (2021а) Динамика психофизиологической реакции на визуальные стимулы в зависимости от периода их предъявления, Труды 4-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 24–25 июня 2021 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 35–48. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.RU.03>
 18. 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>
 19. 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>
 20. 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>
 21. Новицкий, П. В. (1975) Электрические измерения неэлектрических величин. Л.: Энергия.
 22. Новосельцев, В. Н. (1978) Теория управления и биосистемы. М.: Наука.
 23. Сеченов, И. М. (1952) Избранные произведения. Том первый. Физиология и Психология, АН СССР.
 24. Baur, D. J. (2006) Federal Psychophysiological Detection of Deception Examiner Handbook, Counterintelligence Field Activity Technical Manual. DOD.
 25. Cacioppo, G. T. et al. (2007) Handbook of Psychophysiology, Cambridge University Press 2007.
 26. Darwin, C. (1872) The Expression of the Emotions in Man and Animals, John Murray, London.
 27. 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>
 28. Gardner, H. (1983) Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. New York: Basic book.
 29. Gardner, H. (2009) Five Minds for the Future. Harvard Business Review Press.
 30. Giannakakis, G. et al. (2017) Stress and Anxiety Detection Using Facial Cues from Videos. Biomedical Signal Processing and Control. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bspc.2016.06.020>
 31. Giannakakis, G. et al. (2019) Review on Psychological Stress Detection Using Biosignals, Published in: IEEE Transactions on Affective Computing. <https://doi.org/10.1109/TAFFC.2019.2927337>
 32. James, W. (1890) The Principles of Psychology, Publisher: Henry Holt and Company.
 33. Minkin, V. A., Nikolaenko, N. N. (2008) Application of Vibraimage Technology and System or 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>
 34. 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, 8, 218–239. <https://doi.org/10.4236/jbbs.2018.85015>

35. Minkin, V., Myasnikova, E., Nikolaenko, Y. (2019) Conscious and Unconscious Responses as Independent Components of a Person's Current Psychophysiological State, Proceedings of the 2nd International Open Science Conference: Modern Psychology. The Vibraimage Technology (English Edition). 25–26 June 2019, St. Petersburg, Russia, pp. 47–80. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.20>
36. Minkin, V. A. et al. (2020) COVID-19 Diagnosis by Artificial Intelligence Based on Vibraimage Measurement of Behavioral Parameters, Journal of Behavioral and Brain Science, 2020, 10, pp. 590–603, <https://doi.org/10.4236/jbbs.2020.1012037>
37. Nunamaker, J. F. et al. (2011) Embodied Conversational Agent-Based Kiosk for Automated Interviewing, Journal of Management Information Systems, 28(1), July 2011, pp. 17–48.
38. Penrose, R. (1994) Shadows of the Mind, Oxford University Press.
39. Reuderink, B. et al. (2013) Valence, Arousal and Dominance in the EEG during Game Play, Int. J. Autonomous and Adaptive Communications Systems, Vol. 6, No. 1.
40. Schmalbach, B. et al. (2020) Psychometric Properties of a Short Version of the Job Anxiety Scale, BMC Medical Research Methodology (2020) 20:87. <https://doi.org/10.1186/s12874-020-00974-4>
41. Tao, J., Tan, T. ed. (2009) Affective Information Processing. Springer-Verlag London Limited, <https://doi.org/10.1007/978-1-80800-306-4>
42. Zhou, F. et al. (2011) Affect Prediction from Physiological Measures via Visual Stimuli, Int. J. Human-Computer Studies, 69 (2011), pp. 801–819. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2011.07.005>