

The 4th International
Open Science Conference

4-я Международная
научно-техническая конференция

**MODERN
PSYCHOPHYSIOLOGY
THE VIBRAIMAGE
TECHNOLOGY**

**СОВРЕМЕННАЯ
ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ
ТЕХНОЛОГИЯ
ВИБРОИЗОБРАЖЕНИЯ**

CONFERENCE PROCEEDINGS

ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ

24–25 June, 2021
St. Petersburg, Russia

24–25 июня 2021 года
Санкт-Петербург, Россия

St. Petersburg
ELSYS Corp
June 2021

Санкт-Петербург
Многопрофильное
предприятие «Элсис»
Июнь 2021

Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology. Proceedings of the 4th International Open Science Conference VIBRA2021, June 24–25, 2021, St. Petersburg, Russia. Ed. by Viktor A. Minkin et al. St. Petersburg, Russia, ELSYS Corp, 2021, 359 p.

Современная психофизиология. C56 Технология виброизображения : тр. 4-й Международной научно-технической конференции VIBRA2021, 24–25 июня 2021 г., Санкт-Петербург, Россия / под ред. В. А. Минкина и др. — СПб. : Многопрофильное предприятие «Элсис», 2021. — 359 с.

ELSYS Corp,
European Academy of Natural
Sciences (EANS),
Russian Biometric Association (RBA),
A. I. Burnazyan Federal Medical
and Biophysical Center,
Open Innovation Center of the Russian State
Corporation Rostec.

Многопрофильное предприятие «Элсис»,
Европейская академия естественных
наук (ЕАЕН),
Русское биометрическое общество (РБО),
Федеральный медицинский биофизиче-
ский центр имени А. И. Бурназяна,
Центр открытых инноваций
ГК «Ростех».

Chief editorial board:
Viktor A. Minkin.

Председатель редакционного совета:
В. А. Минкин.

Editorial board:
Prof., Dr. Alexander F. Bobrov,
Prof., Dr. Viktor I. Sedin,
Prof., Dr. Elena V. Miroshnik,
Prof., Dr. Alexander I. Kashirin,
Mrs. Tatyana V. Didenko.

Редакционный совет:
проф., д. б. н. А. Ф. Бобров,
проф., д. м. н. В. И. Седин,
проф., к. п. н. Е. В. Мирошник,
проф., д. э. н. А. И. Каширин,
секретарь Т. В. Диденко.

Selection and peer-review under responsibility of the Organizing Committee of the 4-th International Open Science Conference VIBRA2021.

Отобрано и рецензировано организационным комитетом 4-й Международной научно-технической конференции VIBRA2021.

СОДЕРЖАНИЕ

Труды 4-й Международной научно-технической конференции «Современная психофизиология. Технология виброизображения» на русском языке

1. Три поколения систем виброизображения. Обзор разработчика. <i>В. А. Минкин</i>	9
2. Диагностика COVID-19 технологией виброизображения при анализе микродвижений головы с помощью искусственного интеллекта. <i>В. А. Минкин, А. Ф. Бобров, В. А. Акимов, Е. Г. Лобанова, Я. Н. Николаенко, О. Е. Мартынов, Г. В. Зазулин</i>	20
3. Динамика психофизиологической реакции на визуальные стимулы в зависимости от периода их предъявления. <i>В. А. Минкин</i>	35
4. Определение психофизиологической реакции на многофакторные стимулы в адаптив- ном опроснике разложения характеристик личности на независимые составляющие. Возвращение эффекта Кулешова в психофизиологию. <i>В. А. Минкин</i>	49
5. Психофизиология и гомеокинез. Синхронизация предъявления стимулов к хроно- биологическим процессам. <i>В. А. Минкин, М. А. Бланк</i>	62
6. Определение значимых поведенческих параметров при диагностике COVID-19 с помощью настройки искусственных нейронных сетей. <i>В. А. Акимов, В. А. Минкин</i>	76
7. Поведенческие параметры как симптомы COVID-19. Новые возможности и старые проблемы медицинской диагностики. <i>В. А. Минкин, А. А. Косенков</i>	88
8. Корреляция параметров психофизиологического состояния спортсменов игровиков в зависимости от их квалификации. <i>Н. В. Луткова, Ю. М. Макаров, Я. Н. Николаенко</i>	104
9. Технология виброизображения в задачах экспресс-диагностики состояния здоровья лиц опасных профессий. <i>А. Ф. Бобров, Т. М. Новикова, Е. С. Щелканова, В. И. Седин, В. В. Ратаева</i>	111
10. Бесконтактная экспресс-диагностика склонности к алкогольной зависимости. <i>Т. М. Новикова</i>	120
11. Опыт применения технологии виброизображения в задачах медико-психофизио- логического обеспечения военнослужащих. <i>Е. С. Щелканова, Е. А. Журбин, И. В. Маркин, О. В. Битик</i>	127
12. Нейролингвистический профайлинг, как метод объективизации оснований для условно-досрочного освобождения. <i>Я. Н. Николаенко, Г. В. Зазулин</i>	134

13. Адаптивное психофизиологическое тестирование как метод предупреждения различных форм экстремизма. <i>Я. Н. Николаенко</i>	140
14. Проявление тревоги и депрессии у больных с химической зависимостью в пост-абстинентном периоде. <i>Я. Н. Николаенко, А. И. Аксенов</i>	147
15. Повышения объективности оценки исправления осужденных технологией виброизображения. <i>Г. В. Зазулин</i>	154
16. Профиль множественного интеллекта у высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в пулевой стрельбе. <i>И. С. Стурчак, Я. Н. Николаенко</i>	163
17. Применение технологии виброизображения и дактилоскопического прогноза в психологическом консультировании. <i>А. А. Сенцов</i>	168
18. Реализация работы приложений, основанных на технологии виброизображения на различных платформах. <i>С. С. Диденко, В. А. Акимов</i>	177
19. Психофизиологическая детекция лжи. Заметки практикующего полиграфолога. <i>А. Ю. Медведев</i>	182
20. Анализ системы предоставления грантов на проекты по разработке программного обеспечения по направлению искусственный интеллект в медицине на примере медицинского приложения виброизображения HealthTest. <i>Е. Г. Лобанова</i>	189
21. Прогнозирование успеваемости студентов по результатам тестирования множественного интеллекта с помощью технологии виброизображения и искусственных нейронных сетей. <i>В. А. Акимов, О. Е. Мартынов, М. С. Куприянов, С. Э. Миронов</i>	200
22. Влияние минорных тональностей на психофизиологические параметры человека. <i>Я. Н. Николаенко, П. И. Сацеров</i>	210
23. Вибротехнология. Перспективы психодиагностики. <i>А. А. Авдейчик, А. Ф. Бобров, В. И. Седин</i>	217

**Труды 4-й Международной научно-технической конференции
«Современная психофизиология. Технология виброизображения»
на английском языке**

1. Три поколения систем виброизображения. Обзор разработчика. <i>Viktor A. Minkin</i>	223
2. Диагностика COVID-19 технологией виброизображения при анализе микродвижений головы с помощью искусственного интеллекта. <i>Viktor A. Minkin, Alexander F. Bobrov, Valery A. Akimov, Eugeniia G. Lobanova, Yana N. Nikolaenko, Oleg E. Martynov, George V. Zazulin</i>	232
3. Динамика психофизиологической реакции на визуальные стимулы в зависимости от периода их предъявления. <i>Viktor A. Minkin</i>	245

4. Определение психофизиологической реакции на многофакторные стимулы в адаптивном опроснике разложения характеристик личности на независимые составляющие. Возвращение эффекта Кулешова в психофизиологию. <i>Viktor A. Minkin</i>	257
5. Психофизиология и гомеокинез. Синхронизация предъявления стимулов к хроно-биологическим процессам. <i>Viktor A. Minkin, Mikhail A. Blank</i>	269
6. Определение значимых поведенческих параметров при диагностике COVID-19 с помощью настройки искусственных нейронных сетей. <i>Valery A. Akimov, Viktor A. Minkin</i>	281
7. Поведенческие параметры как симптомы COVID-19. Новые возможности и старые проблемы медицинской диагностики. <i>Viktor A. Minkin, Alexander A. Kosenkov</i>	292
8. Измерение стресса с использованием кибернетического подхода; Изучение экспериментальной последовательности с видео и аудио просмотром. <i>Yuji Mizukami</i>	306
9. VibraMI93: система оценки адаптивного обучения в реальном времени. <i>Martin Tseng</i>	314
10. Изучение растений с помощью компьютерного зрения. <i>Jasper José Zanco, Pedro Boff, Mari Ines Carissimi Boff</i>	323
11. Исследование эмоций районных ополченцев с помощью технологии вибро-изображения. <i>Yu Chen</i>	331
12. Развитие исследования депрессии на основе технологии виброизображения. <i>Huaili Deng, Yu Chen</i>	343
13. Подозревается инквизиция. Ответ на подозрения ИИ: виброизображение, технология распознавания эмоций и алгоритмическая непрозрачность. <i>Viktor A. Minkin</i>	350

CONTENTS

Proceedings of the 4th International Open Science Conference MODERN PSYCHOPHYSIOLOGY. THE VIBRAIMAGE TECHNOLOGY. On Russian language

1. Three Generations of Vibraimage Systems. Developer Review. <i>Viktor A. Minkin</i>	9
2. COVID-19 Diagnosis by Artificial Intelligence Basing on Vibraimage Measurement of Head Movement. <i>Viktor A. Minkin, Alexander F. Bobrov, Valery A. Akimov, Eugeniia G. Lobanova, Yana N. Nikolaenko, Oleg E. Martynov, George V. Zazulin</i>	20
3. Psychophysiological Response Dynamics to Visual Stimuli Depending on Presentation Period. <i>Viktor A. Minkin</i>	35
4. Calculation of Psychophysiological Responses to Multifactorial Stimuli in the Adaptive Questionnaire of Personality Characteristics Dispersion into Independent Components. Kuleshov Effect Comeback to Psychophysiology. <i>Viktor A. Minkin</i>	49
5. Psychophysiology and Homeokinesis. Synchronization of Stimuli Presentation to Chronobiological Processes. <i>Viktor A. Minkin, Mikhail A. Blank</i>	62
6. Determination of Significant Behavioral Parameters on COVID-19 Diagnosis by Artificial Neural Networks Modeling. <i>Valery A. Akimov, Viktor A. Minkin</i>	76
7. Behavioral Parameters as COVID-19 Signs. New Opportunities and Old Problems of Medical Diagnostics. <i>Viktor A. Minkin, Alexander A. Kosenkov</i>	88
8. Correlation of the Psychophysiological State Parameters of Game Sports Athletes Depending on Their Qualifications. <i>Nataliya V. Lutkova, Yuriy M. Makarov, Yana N. Nikolaenko</i>	104
9. Vibraimage Technology in the Tasks of Health State Express Diagnostics for the Persons of Dangerous Professions. <i>Alexander F. Bobrov, Tatiana M. Novikova, Elena S. Shchelkanova, Viktor I. Sedin, V. V. Rataeva</i>	111
10. Contactless Diagnosis of People with Alcohol Dependence. <i>Tatiana M. Novikova</i>	120
11. Vibraimage Technology Application in the Fields of Medical and Psychophysiological Maintenance of Military Personnel. <i>Elena S. Shchelkanova, E. A. Zhurbin, I. V. Markin, O. V. Bitik</i>	127
12. Neuro Linguistic Profiling as Method for Parole Decisions Improving. <i>Yana N. Nikolaenko, George V. Zazulin</i>	134
13. Adaptive Psychophysiological Testing for Preventing of Various Extremism Forms. <i>Yana N. Nikolaenko</i>	140

14. Manifestation of Anxiety and Depression for Patients with Chemical Dependence in Postabstinent Period. <i>Yana N. Nikolaenko, Aleksey I. Aksenov</i>	147
15. Increasing the Assessment Objectivity of Convicts Correction by Vibraimage Technology. <i>George V. Zazulin</i>	154
16. Multiple Intelligences Profile of Athletes Specialized Bullet Shooting. <i>Inna S. Sturchak, Yana N. Nikolaenko</i>	163
17. Application of Vibraimage and Fingerprint Prediction in Psychological Counseling. <i>Andrey A. Sentsov</i>	168
18. Implementation of Applications Based on Vibraimage Technology on Various Platforms. <i>Sergey S. Didenko, Valery A. Akimov</i>	177
19. Psychophysiological Detection of Deception. Polygraph Examiner's Notes. <i>Andrey Y. Medvedev</i>	182
20. Analysis of the Grant System for Software Development Projects in Medicine Based on Artificial Intelligence on the Example of Vibraimage Medical Application HealthTest. <i>Eugeniia G. Lobanova</i>	189
21. Forecasting Students' Progress in University Education by Testing Multiple Intelligences Using Vibraimage Technology and Artificial Neural Networks. <i>Valery A. Akimov, Oleg E. Martynov, Mikhail S. Kupriyanov, Sergey E. Mironov</i>	200
22. Music Minor Tonality Influence to Human Psychophysiological State. <i>Yana N. Nikolaenko, Pavel E. Satserdov</i>	210
23. Vibratechnology. Prospects of Psychodiagnostics. <i>Anastasia A. Avdeychik, Alexander F. Bobrov, Viktor I. Sedin</i>	217

**Proceedings of the 4th International Open Science Conference
MODERN PSYCHOPHYSIOLOGY. THE VIBRAIMAGE TECHNOLOGY.
On English language**

1. Three Generations of Vibraimage Systems. Developer Review. <i>Viktor A. Minkin</i>	223
2. COVID-19 Diagnosis by Artificial Intelligence Basing on Vibraimage Measurement of Head Movement. <i>Viktor A. Minkin, Alexander F. Bobrov, Valery A. Akimov, Eugeniia G. Lobanova, Yana N. Nikolaenko, Oleg E. Martynov, George V. Zazulin</i>	232
3. Psychophysiological Response Dynamics to Visual Stimuli Depending on Presentation Period. <i>Viktor A. Minkin</i>	245
4. Calculation of Psychophysiological Responses to Multifactorial Stimuli in the Adaptive Questionnaire of Personality Characteristics Dispersion into Independent Components. Kuleshov Effect Comeback to Psychophysiology. <i>Viktor A. Minkin</i>	257
5. Psychophysiology and Homeokinesis. Synchronization of Stimuli Presentation to Chronobiological Processes. <i>Viktor A. Minkin, Mikhail A. Blank</i>	269

6. Determination of Significant Behavioral Parameters on COVID-19 Diagnosis by Artificial Neural Networks Modeling. <i>Valery A. Akimov, Viktor A. Minkin</i>	281
7. Behavioral Parameters as COVID-19 Signs. New Opportunities and Old Problems of Medical Diagnostics. <i>Viktor A. Minkin, Alexander A. Kosenkov</i>	292
8. A Case Study of Stress Measurement Using a Cybernetics Approach; Study of Experimental Sequence with Video and Audio Viewing. <i>Yuji Mizukami</i>	306
9. VibraMI93: A Real-time Assessment System of Adaptive Learning. <i>Martin Tseng</i>	314
10. Plants Study through Computational View. <i>Jasper José Zanco, Pedro Boff, Mari Ines Carissimi Boff</i>	323
11. Emotions Research of District Militias by Vibraimage Technology. <i>Yu Chen</i>	331
12. Research Progress of Depression Based on Vibraimage Technology. <i>Huaili Deng, Yu Chen</i>	343
13. Suspect Inquisition. Reply to Suspect AI: Vibraimage, Emotion Recognition Technology, and Algorithmic Opacity. <i>Viktor A. Minkin</i>	350

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 (Baig, 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.

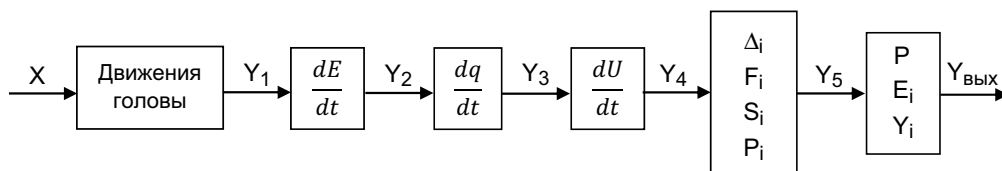


Рис. 1. Структурная схема системы виброизображения прямого преобразования.

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 отраженного 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 предсменный 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.

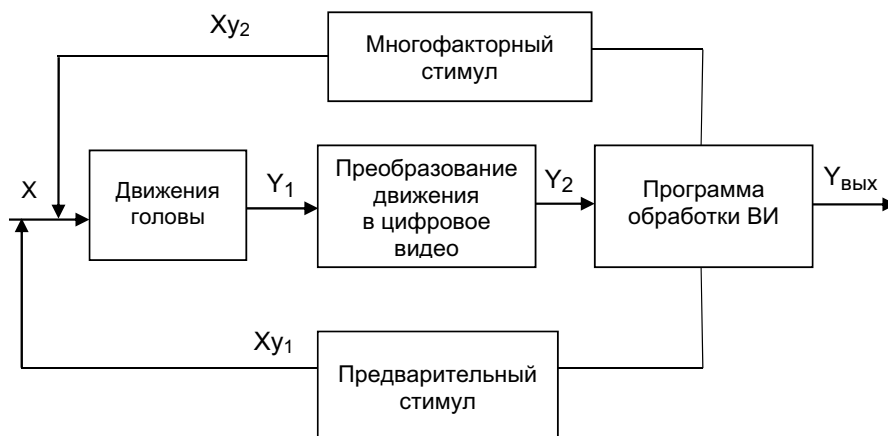


Рис. 3. Структурная схема системы виброизображения адаптивного преобразования

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 цветовые 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 (Baig, 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 A61B 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>

Диагностика COVID-19 технологией виброизображения при анализе микродвижений головы с помощью искусственного интеллекта

В. А. Минкин¹, А. Ф. Бобров², В. А. Акимов¹, Е. Г. Лобанова¹,
Я. Н. Николаенко¹, О. Е. Мартынов¹, Г. В. Зазулин¹

¹ООО «Многопрофильное предприятие «Элсис»,
Санкт-Петербург, Россия,
minkin@elsys.ru

²Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственный научный центр Российской Федерации
Федеральный медицинский биофизический центр имени А. И. Бурназяна»
ФМБА России, Москва,
baf-vcmk@mail.ru

Аннотация: Обсуждается гипотеза зависимости рефлексных микродвижений головы человека, находящегося в квазистационарном состоянии, от зараженности вирусом COVID-19. Предложен метод определения зависимости параметров вестибулярно-эмоционального рефлекса от COVID-19, различных заболеваний и патологий. Проведены исследования микродвижений головы референтных индивидуумов контрольной группы (с подтвержденным отсутствием заболевания COVID-19) и группы пациентов с подтвержденным диагнозом COVID-19 с помощью технологии виброизображения. Предложены параметры-критерии диагностики COVID для обучения искусственного интеллекта (ИИ) по первичной выборке контрольной группы и группы пациентов. Разработана трехслойная нейронная сеть с прямой связью (40 + 20 + 1 сигмоидальных нейрона) для обучения ИИ. Проведено обучение ИИ на первичной выборке пациентов и контрольной группы. Проведено исследование произвольной выборки людей обученным ИИ, и доказана возможность выявления заболевания с помощью предлагаемого метода за неделю до появления клинических симптомов заболевания. Увеличено количество параметров диагностики COVID-19 до 26, и проведено обучение ИИ на выборке 522 измерений: 261 результатов измерений пациентов и 261 результатов измерений контрольной группы. Достигнутая диагностическая точность составила более 99%, 4 ошибки на 522 измерения (2 ложноположительных и 2 ложноотрицательных), специфичность 99,23% и чувствительность 99,23%. Обсуждаются вопросы повышения точности и надежности предлагаемого метода диагностики COVID-19. Намечены дальнейшие пути улучшения характеристик и надежности предлагаемого метода диагностики и самодиагностики COVID-19.

Ключевые слова: виброизображение, здоровье, искусственные нейронные сети, ИНС, искусственный интеллект, ИИ, вестибулярно-эмоциональный рефлекс, диагностика заболеваний, телемедицина, COVID-19.

COVID-19 Diagnosis by Artificial Intelligence Basing on Vibraimage Measurement of Head Movement

Viktor A. Minkin¹, Alexander F. Bobrov², Valery A. Akimov¹,
Eugeniia G. Lobanova¹, Yana N. Nikolaenko¹, Oleg E. Martynov¹,
George V. Zazulin¹

¹Elsys Corp, St. Petersburg, Russia,
minkin@elsys.ru

²State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal
Medical and Biological Agency (SRC — FMBC) of Russia, Moscow, Russia,
baf-vcmk@mail.ru

Abstract: The hypothesis of reflex micromovements dependence of person's head in quasi-stationary state on the COVID-19 infection virus is discussed. Method for determining the dependence of vestibular-emotional reflex parameters on COVID-19, various diseases and pathologies is proposed. Micro-movements of a head for representatives of the control group (with a confirmed absence of COVID-19 disease) and a group of patients with a confirmed diagnosis of COVID-19 were studied using vibraimage technology. Parameters and criteria for the diagnosis of COVID-19 for training artificial intelligence (AI) on the control group and the patient group are proposed. 3-layer (one hidden layer) feedforward neural network (40 + 20 + 1 sigmoid neurons) was developed for AI training. AI was firstly trained on the primary sample of patients and a control group. Study of a random sample of people with trained AI was carried out and the possibility of detecting COVID-19 using the proposed method was proved a week before the onset of clinical symptoms of the disease. Number of COVID-19 diagnostic parameters was increased to 26 and AI was trained on a sample of 522 measurements, 261 patient measurement results and 261 measurement results in the control group. The achieved diagnostic accuracy was more than 99%, 4 errors per 522 measurements (2 false positive and 2 false negative), specificity 99,23% and sensitivity 99,23%. The issues of improving the accuracy and reliability of the proposed method for diagnosing COVID-19 are discussed. Further ways to improve the characteristics and applicability of the proposed method of diagnosis and self-diagnosis of COVID-19 are outlined.

Keywords: vibraimage, health, artificial neural networks, ANN, artificial intelligence, AI, vestibular-emotional reflex, diagnosis of diseases, telemedicine, COVID-19.

Введение

В настоящее время эпидемия COVID-19 только нарастает, и на момент написания данной статьи регистрируются рекордные значения зараженных людей в мире (WHO, 2020; Wynants L. et al., 2020). Одним из значимых факторов распространения пандемии является значительное время между заражением пациента и проявлением симптомов заболевания COVID-19 (Soares et al., 2020). Существует значительное количество биохимических методов диагностики COVID-19, которые в основном можно поделить на методы анализа крови и взятие мазков с носоглотки (Ching et al., 2020; Kopel et al., 2020), однако в реальных условиях пандемии в большинстве стран проходит значительное время между взятием теста

и получением результата диагностики COVID-19 (Bastos et al., 2020). Например, в России это время может составлять более 2 недель в силу множества различных причин, несмотря на рекомендации получения результатов тестирования в течение не более 48 часов (Климкин, 2020). При этом даже разрешенные 48 часов являются недопустимо длительным временем для получения результата тестирования, например, в аэропорту, при предсменном контроле работников массовых производств, при посещении массовых мероприятий, при проходе детей в школу и т. д. Таким образом, получается, что известные биохимические методы диагностики заболеваний принципиально не могут являться барьером для распространения инфекций с длительным инкубационным периодом (Laguarta et al., 2020). Это подтверждается значительным распространением COVID-19 в мире, несмотря на все усилия предпринимаемые WHO и различными государствами. Использование контроля температуры в качестве диагностики COVID-19 в местах большого скопления людей создает только иллюзию безопасности, так как именно бессимптомные и бестемпературные носители COVID-19 представляют наибольшую опасность для заражения окружающих (Bwire&Paulo, 2020).

В то же время существует ряд альтернативных технологий выявления COVID-19, которые напрямую не основаны на непосредственном выявлении вируса, а анализируют косвенные последствия его воздействия на организм. Одним из таких известных методов является специфический запах заболевания, который может быть выявлен специально обученными собаками (Jendremy et al., 2020). Понятно, что такой метод выявления заболевания не может стать массовой защитой населения, но он показывает принципиальную возможность диагностики COVID-19 по последствиям воздействия вируса на организм человека.

Другим альтернативным способом диагностики COVID-19 является диагностика по звуку кашля, осуществляемая обученным искусственным интеллектом (Laguarta et al., 2020). По данным авторов, кашель является значимым индикатором заболевания. Кашель здорового человека и человека больного COVID-19 значительно различаются по параметрам, и искусственный интеллект (ИИ), обученный по контрольной выборке и выборке пациентов, находит значимые отличия в параметрах кашля. При этом предлагаемый метод диагностики с помощью ИИ по параметрам кашля имеет явные практические ограничения, так как после кашля каждого человека необходимо проводить санитарную обработку помещений. Кроме того, поражение легких наблюдается не у всех инфицированных COVID-19 (Report, 2020), и такие пациенты не должны выявляться по параметрам кашля. Тем более, что медицинские рекомендации вряд ли могут содержать требование покашливать, так как этот метод может привести к приступам кашля у определенного количества исследуемых пациентов. При простоте анализа кашля для пользователя, алгоритмически этот метод является достаточно сложным, требующим мощной нейронной сети и передачи биометрических данных пользователя (звука кашля) на центральный процессор по сети интернет (Laguarta et al., 2020).

В начале эпидемии COVID-19 был предложен метод диагностики заболеваний с помощью анализа микродвижений головы человека технологией виброизображения (Минкин&Бобров, 2020). При этом предполагалось использовать анализ

синхронизации физиологических процессов $\Sigma[R]$ как один из основных индикаторов здоровья человека, наряду со вторым показателем, отражающим соответствие рефлексных движений головы человека полученному шаблону $\Sigma[\Delta M]$ по относительно большому количеству (15000) здоровых людей (Минкин&Бобров, 2020; Minkin, 2020). Возможность использования технологии виброизображения для выявления конкретного заболевания была подтверждена ранее при экспресс диагностике рака простаты, когда было доказано, что вестибулярно-эмоциональный рефлекс чутко реагирует на любые изменения в организме (Бланк и др., 2014). Нарушение нормального ритма рефлексных микродвижений головы может происходить как в случае психических изменений, так и в случае физиологической патологии (Minkin&Nikolaenko, 2008). Однако, проведенные нами в первой половине 2020 года исследования показали, что интегральные психофизиологические параметры, определяемые по микродвижениям головы и используемые для определения уровня функционального здоровья или онкологии простаты, оказались слабо чувствительны к выявлению бессимптомных носителей COVID-19, а именно они представляют основную опасность при распространении инфекции (Bastos et al., 2020).

Учитывая то, что ИИ проявил себя достаточно хорошо при решении именно точных задач (Haykin, 2008), где есть возможность провести исследование независимыми методами и сформировать контрольную группу и группу пациентов, используя стандартные методы биохимической и радиологической диагностики, разработчиками технологии виброизображения было принято решение создать искусственную нейронную сеть и обучить ИИ по параметрам виброизображения указанных групп.

Материалы и методики первичного исследования

В качестве первичного материала группы пациентов были использованы 144 измерения программами VibraHT (VibraHT, 2020) или HealthTest (HealthTest, 2020) параметров микродвижений головы пациентов с подтвержденным диагнозом COVID-19 (из них 136 пациентов с подтверждением COVID-19 по КТ и ПЦР в активной фазе и 8 пациентов на бессимптомной стадии заболевания COVID-19). Измерения были сделаны в период с мая по июнь 2020 года. Возраст пациентов был от 25 до 75 лет, соотношение мужчины–женщины (60–40)%. Этнический состав — 100% русские. Демографические параметры контрольной группы были подобраны идентично группе пациентов. Программы VibraHT (VibraHT, 2020) и HealthTest (HealthTest, 2020) идентичны по алгоритмам обработки и различаются уровнем профессиональных настроек. Веб-камеры MS LifeCam Cinema и MS LifeCam Studio фиксировали видеоинформацию о голове человека. Разрешение камер было установлено 640×480, частота кадров 30 к/с, в настройках включен черно-белый режим. Положение человека было на расстоянии около 50 см от веб-камеры, размер головы по горизонтали более 200 пикселей. Уровень качества изображения при тестировании программами VibraHT и HealthTest был выше 80% для всех принятых результатов тестирования.

В качестве первичного материала контрольной группы были использованы 144 измерения программой VibraHT (VibraHT, 2020) параметров микродвижений головы пациентов с полным отсутствием симптоматики COVID-19 и отрицательным ПЦР тестом на COVID-19.

Относительно малое количество измерений в группе пациентов и контрольной группе определялось, прежде всего, двумя факторами. Наличием карантина, введенного в стране (России) на период получения данных, и правовой неопределенностью получения биометрических данных, к которым, безусловно, относятся результаты измерений микродвижений головы человека. Все участники исследований микродвижений головы человека технологией виброизображения, результаты которых используются в данной работе, подписали Согласие на неперсонализированное использование биометрических данных при публикации результатов исследований.

Для обработки результатов исследований в компании Элсис, Санкт-Петербург, Россия, была разработана и обучена нейронная сеть с трехслойной структурой, приведенной на рисунке 1.

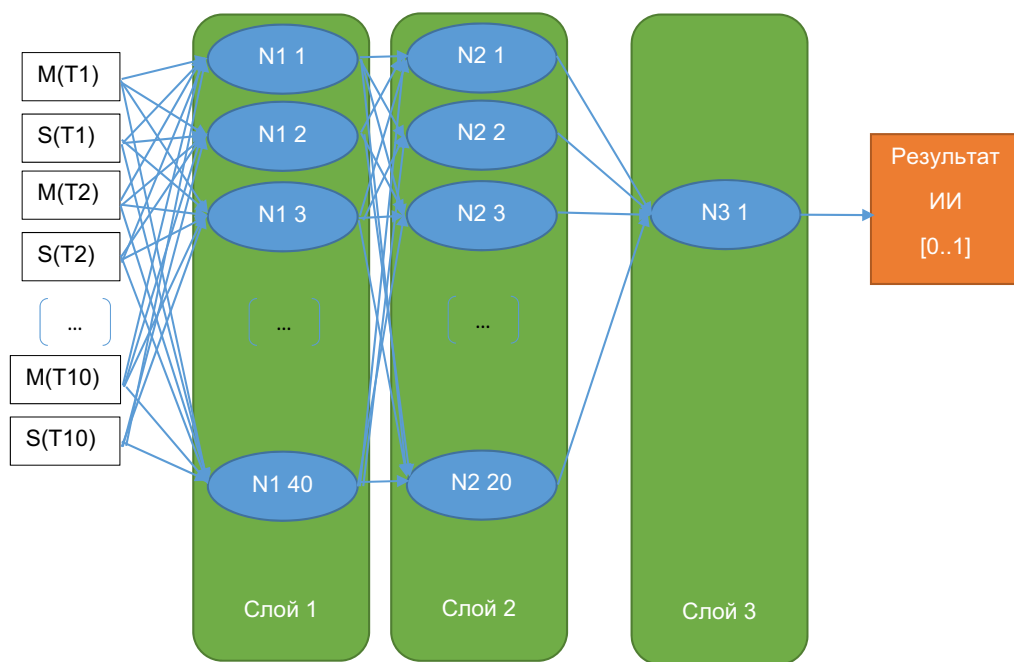


Рис. 1. Структурная схема нейронной сети с прямой связью для диагностики COVID-19

В качестве входных параметров были использованы значения параметров микродвижений головы человека T1–T10 (Минкин, 2020), подаваемые в следующем порядке на каждый входной нейрон первого слоя нейронной сети:

$M(T1), S(T1), M(T2), S(T2), M(T3), S(T3), M(T4), S(T4), M(T5), S(T5), M(T6), S(T6), M(T7), S(T7), M(T8), S(T8), M(T9), S(T9), M(T10), S(T10).$

Где: $M(Ti)$ — медианное значение параметра за время измерения,
 $S(Ti)$ — СКО параметра за время измерения.

Все входные параметры $M(Ti)$ и $S(Ti)$ приведены к диапазону $[0..1]$.

В технологии виброизображения параметры $T1-T10$ определяются таким образом, чтобы иметь минимальную корреляцию между собой (Minkin, 2017; 2020), поэтому ограниченное количество параметров максимально информативно характеризует рефлексные микродвижения головы (Minkin&Nikolaenko, 2008).

После формирования нейронной сети с конфигурацией, приведенной на рисунке 1, было проведено обучение ИИ на полученных базах данных измерений контрольной группы и группы пациентов. Обучение проводилось на компьютере Sony Vaio с процессором i7, RAM = 16Gb и заняло 24 часа.

После обучения ИИ разбравал две группы с точностью 94%, из 288 результатов оказалось 15 ошибок: 7 ложных результатов в группе больных и 8 ложных результатов в группе здоровых. Из 7 ложных результатов в группе больных 4 относились к измерениям больных на поздней стадии COVID-19, но были оставлены в обучающей выборке, так как способность к заражению на поздней стадии заболевания еще недостаточно изучена (Huang et al., 2020).

Дискриминантная функция ИИ была настроена таким образом, что при равенстве количества измерений в обучаемых выборках пороговым значением для принятия решения о размещении результата негативного или позитивного является величина 0,5, что отражено на рисунке 2.

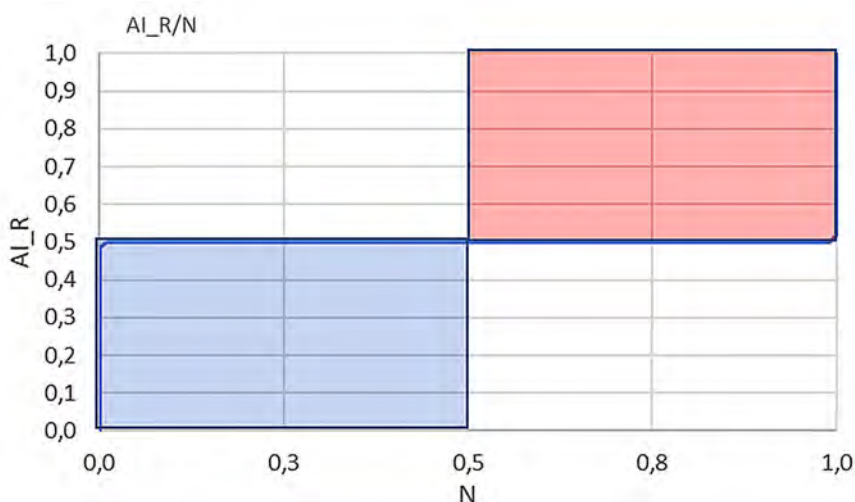


Рис. 2. Функция принятия решения ИИ при разбраковке контрольной и референтной групп

Результаты принятия решения ИИ со значением менее 0,5 относятся к ковид отрицательным, а результаты со значением выше 0,5 относятся к ковид положительным.

Результаты исследований на базе первичного эксперимента

По полученным результатам в ходе первичных исследований были внесены изменения в программы HealthTest и VibraHT (Минкин & Бобров, 2020), кроме имевшихся в них интегральных показателей здоровья $\Sigma[R]$ и $\Sigma[\Delta M]$ был добавлен показатель вероятности COVID-19, рассчитанный на основе дискриминации входных данных ИИ. Так как в начале августа 2020 года появился Федеральный закон об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций в Российской Федерации (258-ФЗ, 2020), позволяющий использовать телемедицину в практической области, то в компании Элсис, (Санкт-Петербург, Россия) было принято решение о ежедневном предсменном контроле каждого работника программой HealthTest с 1 сентября 2020 года.

20 октября при таком предсменном контроле у одного из работников предприятия Элсис (мужчина, 66 лет) программа показала вероятное наличие COVID-19. Результат этого измерения приведен в таблице 1.

Таблица 1

Выявление COVID-19 при нормальных интегральных показателях здоровья

Дата	$\Sigma[R]$ (норма >20,0)	$\Sigma[\Delta M]$ (норма <4,0)	Вероятность COVID-19 (норма <50)	T, °C
10–20–13–16	29,56	3,92	100,00	36.6

Приведенные в таблице 1 показатели здоровья и нормы на них описаны в программах HealthTest (HealthTest, 2020) и VibraHT (VibraHT, 2020). Обратим внимание, что не только интегральные показатели здоровья на момент 20 октября у сотрудника находились в норме, но и все другие психофизиологические и психоэмоциональные параметры, определяемые программой HealthTest (HealthTest, 2020) и приведенные на рисунке 3, также находились в пределах норм (кроме вероятности COVID-19, определенной ИИ).

Естественно, что сотрудник с подозрением на COVID-19 был отправлен на карантин, хотя температура у него в тот момент была 36,5 и никаких внешних признаков ОРВИ или COVID-19 у него не наблюдалось. Первые признаки COVID-19 (температура 37,5; головная боль; слабость) появились в понедельник 26 октября, т. е. через 6 дней после выявления COVID-19 программой HealthTest, 27 октября был вызван врач, назначивший лечение (Азитромицин 500 мг по 1 таб. 9 дней + 3 дня, Ингавирин 90 мг по 1 таб. 1 раз в день, 7 дней, Тромбо АСС 75 мг по 1 таб. 1 раз в день, 10 дней, Гриппферон (капли в нос) 5 раз в день, 7 дней) и давший направление на КТ, на котором было установлено 25% поражение легких.

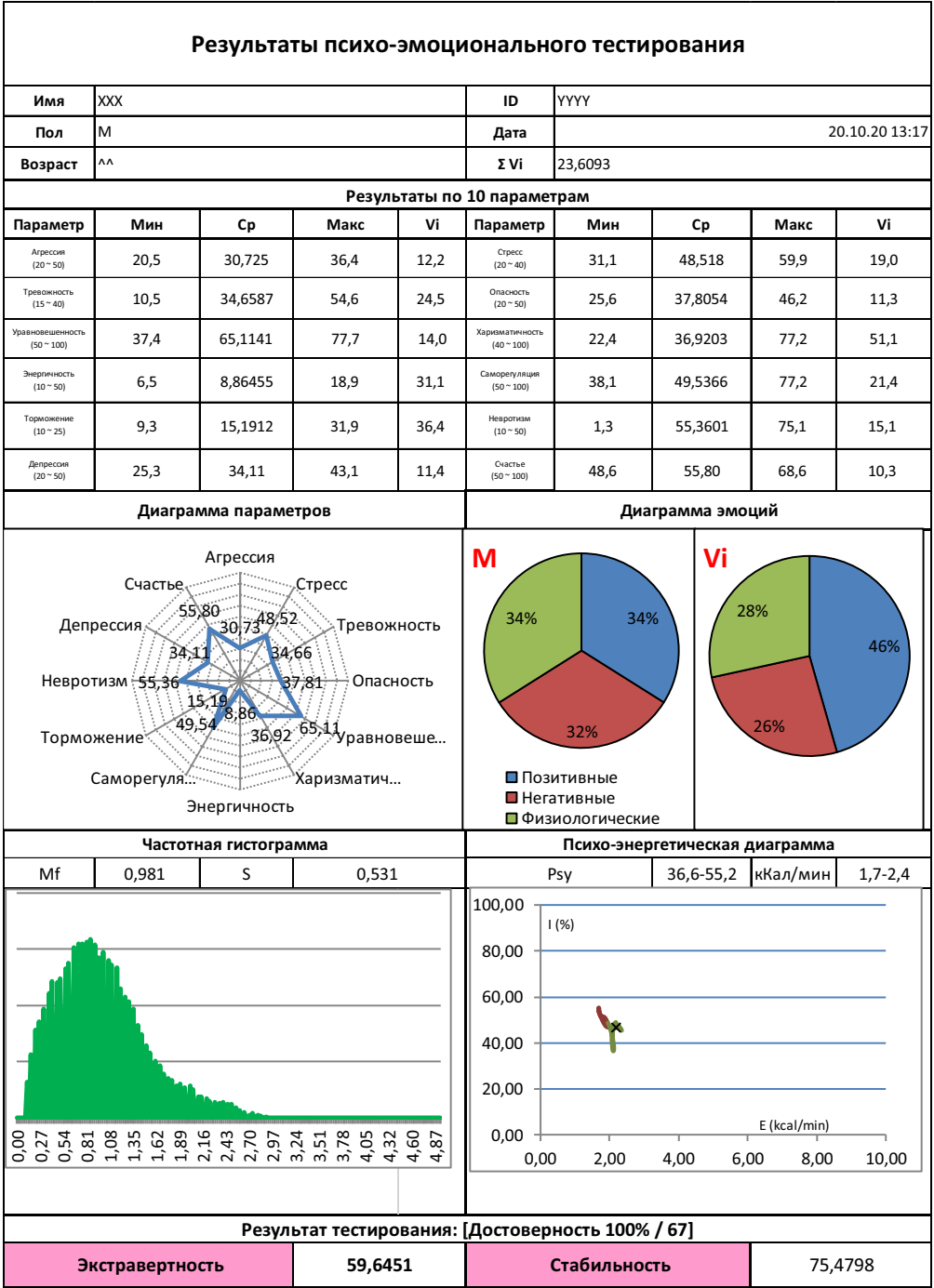


Рис. 3. Значения психофизиологических параметров при раннем обнаружении COVID-19

Выборочные данные мониторинга интегральных показателей здоровья, определяемые программой HealthTest (HealthTest, 2020) для данного пациента в ходе заболевания и лечения, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Выявление динамики изменения интегральных показателей здоровья программой HealthTest при заболевании COVID-19

Дата	$\Sigma[R]$ (норма >20,0)	$\Sigma[\Delta M]$ (норма <4,0)	Вероятность COVID-19 (норма <50)	T, °C
10–20–13–16	29,56	3,92	100,00	36,6
10–25–09–47	21,90	3,29	100,00	36,6
10–27–18–09	19,99	4,05	0,00	37,8
10–28–17–57	15,14	4,44	0,00	37,7
10–31–19–55	18,82	3,27	100,00	38,5
11–01–14–13	13,63	4,23	99,92	38,0
11–10–12–31	22,26	2,27	95,73	37,6
11–16–11–56	30,26	2,74	0,00	36,6

Приведенные выборочные данные из большого массива проведенных исследований показывают основные тенденции изменения как интегральных показателей здоровья, так и динамику диагностики COVID-19. Зеленый цвет в столбцах $\Sigma[R]$ и $\Sigma[\Delta M]$ таблицы 2 показывает нахождение двух индикаторов здоровья в норме, красный цвет показывает отклонение от нормы. Индикатор AI из таблицы 2 показывает результат диагностики COVID-19 программой HealthTest, также зеленый цвет — это нормально, красный — высокая вероятность COVID. Проведенный в день последнего измерения в таблице 2, 16 ноября 2020 года, иммуноферментный анализ показывал IgA = 4,33 и IgG = 3,46. Наличие антител указывает на иммунитет к COVID-19 и завершение заболевания.

Динамика индикаторов здоровья (Minkin&Bobrov, 2020) показывает заметное ухудшение общих показателей здоровья в активной фазе заболевания и практически их восстановление примерно через 3 недели с момента заболевания для данного конкретного пациента.

Материалы и методики основного исследования

Заболевание нашего сотрудника, а затем и его жены позволило нам значительно пополнить базу данных измерений пациентов с подтвержденным COVID-19 и, естественно, набрать большее количество данных в контрольную группу.

На момент написания данной статьи количество измерений пациентов с подтвержденным COVID-19 составило 261 измерений и 261 измерений в контрольной

группе (всего 522 измерений). Была оставлена прежней структура нейронной сети, приведенная на рисунке 1, и увеличено количество входных параметров виброизображения, характеризующих микродвижения головы с 20 до 26.

В ходе основного исследования было проведено обучение ИИ нейронной сети (с конфигурацией, приведенной на рисунке 1) на дополненных базах данных измерений контрольной группы и группы пациентов. Обучение проводилось на том же компьютере Sony Vaio с процессором i7, RAM = 16Gb и заняло 1 час.

После обучения ИИ разбраковал две группы по 261 измерений с точностью выше 99%, из 522 результатов выявлено 2 ошибки: 2 ложных положительных результата в группе больных и 0 ложных отрицательных результатов в группе здоровых. На рисунке 4 приведена кривая чувствительность-специфичность по полученной выборке в 522 в соответствии с ГОСТ Р 53022.3-2008 (ГОСТ Р 53022.3, 2008).

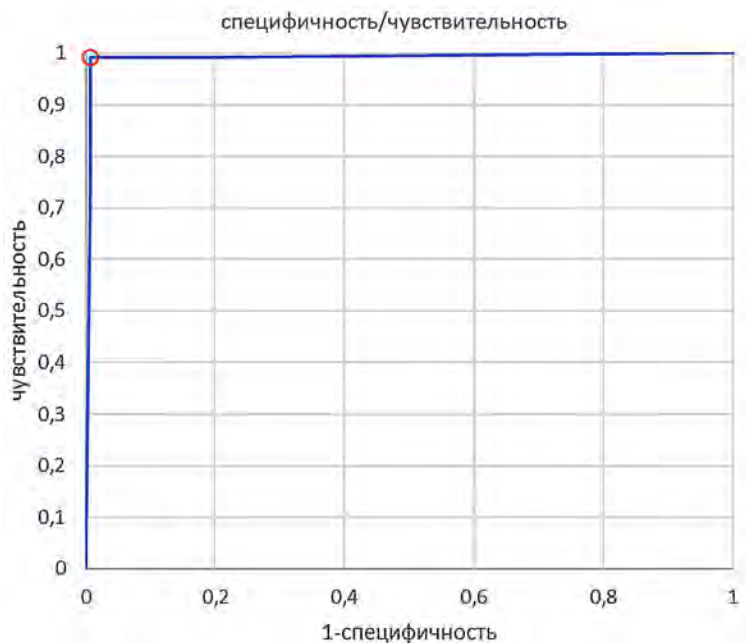


Рис. 4. Зависимость специфичность-чувствительность в выборке 522 измерений диагностики COVID-19 по параметрам виброизображения при измерении микродвижений головы человека

Результирующее значение чувствительности составило 100%, результирующее значение специфичности составило более 99,4%.

Распределение значений чувствительности и специфичности для групп COVID-19 отрицательных и положительных по выборке 522 исследованных в зависимости от представленных пороговых значений результатов ИИ приведено в таблице 3.

Таблица 3

Плотность распределения результатов решений ИИ для контрольной группы и группы пациентов

Здоровые	Порог значений ИИ	Специфичность
	0,5	99,23%
	0,000005	94,25%
	0,000003	93,10%
	0,000002	92,34%
	0,000001	91,19%
Больные	Порог значений ИИ	Чувствительность
	0,5	99,23%
	0,999995	85,82%
	0,999997	83,52%
	0,999998	82,38%
	0,999999	81,23%

Данные, приведенные в таблице 3, показали незначительное отличие полученных результатов от идеальной ломаной разбраковки групп пациентов и контрольной. Отличия в значениях чувствительности реальных значений не превышали отклонение в четвертом знаке после запятой для обеих групп, причем количество неидеальных замеров было минимальным.

Общая ошибка разбраковки по группам (2 результата из 522) составила менее одного процента, соответственно, общая точность разбраковки по группам составила 99,6%.

В таблице 4 показаны коэффициенты значимости 28 входных параметров при обработке первой линии нейронной сети, показывающие различное влияние входных параметров на результат разбраковки. Желтой строкой выделены максимальные коэффициенты значимости, полученные для каждого входного параметра.

Скорее всего, входные параметры с незначительной значимостью в выделенной цветом строке таблицы 4 (например, значимость менее 5) в дальнейшем могут быть заменены другими входными параметрами, характеризующими более информативные параметры микродвижений головы человека и обеспечивающие более высокое качество разбраковки групп при диагностике COVID-19.

Таблица 4

Максимальна значимость входных параметров первого слоя созданной нейронной сети

		нейроны первого слоя																													
max(w)		M(T1)	S(T1)	M(T2)	S(T2)	M(T3)	S(T3)	M(T4)	S(T4)	M(T5)	S(T5)	M(T6)	S(T6)	M(T7)	S(T7)	M(T8)	S(T8)	M(T9)	S(T9)	M(T10)	S(T10)	M(T11)	S(T11)	M(T12)	S(T12)	res 1	ree 2	sat	Σ[R]		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28				
1	19	8	0	9	5	17	5	18	14	28	2	18	20	63	1	2	0	6	5	17	0	1	1	2	0	0	0	0	5		
2	11	12	2	32	2	2	7	6	1	9	1	5	8	21	3	4	7	5	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5		
3	3	32	4	30	21	4	6	9	7	24	1	6	1	3	15	2	1	2	22	4	9	4	7	0	0	1	1	3			
4	9	34	5	14	9	12	7	13	7	24	8	2	3	8	12	3	6	2	6	23	2	9	9	36	0	0	3	5			
5	1	32	15	23	6	6	3	11	1	5	3	2	13	12	3	2	19	9	10	17	0	2	5	5	0	0	1	4			
6	3	34	8	11	1	2	2	24	0	11	5	1	5	1	2	2	6	1	1	17	1	0	0	0	0	0	1	2			
7	11	13	1	19	10	1	6	15	6	28	3	1	3	23	0	6	0	3	1	13	0	0	0	0	0	0	0	0			
8	10	22	4	13	10	2	4	22	3	1	15	11	17	2	5	20	14	11	3	3	1	5	5	0	0	2	0	0			
9	5	25	9	5	0	1	2	20	2	8	2	16	0	17	1	17	8	8	2	15	0	0	6	10	0	0	0	4			
10	2	22	3	14	9	13	3	16	3	2	1	4	10	17	4	6	17	0	8	7	2	6	5	3	0	0	1	0			
11	1	22	1	38	9	10	6	8	6	16	4	6	5	16	1	6	17	32	19	17	7	3	2	1	0	0	2	2			
12	6	19	7	24	1	2	4	8	2	2	4	8	2	30	3	1	1	20	19	6	4	8	2	1	0	0	3	5			
13	0	6	4	32	7	3	5	3	6	37	3	4	10	6	1	9	9	2	8	5	8	1	7	3	0	0	2	0			
14	6	51	1	25	16	3	6	18	7	19	0	3	1	1	2	3	6	2	4	15	2	13	1	17	0	0	1	1			
15	5	29	2	1	18	13	4	14	2	1	5	38	1	5	105	2	15	17	14	10	6	4	5	6	5	0	0	1			
16	12	20	11	13	18	10	6	8	1	5	3	1	13	105	1	2	22	11	10	11	1	11	0	13	0	0	2	0			
17	6	14	6	17	2	8	5	1	4	4	1	1	34	19	3	1	0	12	18	10	0	0	0	0	0	0	1	1			
18	3	45	7	9	1	3	1	26	3	5	4	15	2	4	4	11	9	5	1	14	1	5	2	18	0	0	1	2			
19	10	20	0	13	3	4	7	5	0	7	3	6	4	23	3	8	2	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0			
20	13	9	4	23	12	4	9	10	5	9	4	1	46	24	2	9	1	1	1	12	3	10	1	4	0	0	2	0			
21	2	3	1	1	1	3	1	0	1	2	0	3	1	1	1	1	3	0	2	3	3	4	6	1	1	1	1	0			
22	2	5	2	1	3	16	1	3	2	5	2	5	3	3	1	6	2	1	3	6	2	13	3	18	1	0	2	1			
23	1	2	5	4	5	5	1	2	2	5	4	3	7	3	2	2	4	1	3	5	4	4	7	16	0	0	1	2			
24	3	3	3	1	3	8	1	6	7	4	5	0	1	0	7	1	2	1	8	3	3	4	4	1	1	2	3				
25	3	1	6	26	1	2	0	19	4	7	3	9	5	4	0	8	4	5	8	2	10	4	1	0	0	0	5				
26	1	1	4	1	13	0	7	1	2	0	3	1	5	0	2	4	3	11	1	4	1	2	1	6	0	0	0	11			
27	2	0	2	1	1	4	2	0	4	1	2	1	2	1	2	1	2	1	0	3	3	0	1	1	1	1	1	4			
28	0	3	0	3	1	14	2	3	4	1	4	1	3	3	4	2	6	1	6	6	1	6	3	8	0	1	0	7			
29	0	5	1	0	2	10	2	4	0	7	1	2	0	6	1	2	5	5	1	11	1	8	2	24	0	0	1	2			
30	2	7	0	2	1	18	1	1	3	1	3	3	1	2	0	2	5	1	2	18	1	8	1	8	1	0	2	9			
31	1	4	1	2	0	6	2	1	1	1	3	1	3	0	1	0	3	0	3	3	3	3	3	14	1	1	1	2			
32	3	2	1	2	2	2	1	0	0	1	1	3	1	0	1	2	5	3	1	1	2	3	0	1	1	2	5				
33	2	5	2	2	4	18	4	4	0	2	0	5	0	2	1	3	1	1	2	12	3	0	0	14	1	0	0	11			
34	3	14	8	2	2	9	3	3	1	14	2	2	2	2	1	10	11	2	2	14	2	9	3	13	1	0	0	9			
35	2	1	4	3	3	9	2	6	3	9	0	2	1	6	2	5	5	4	2	5	1	2	2	1	9	0	0	2	4		
36	1	3	2	1	1	3	1	0	1	4	1	4	1	5	1	0	1	2	2	3	2	12	5	7	1	0	1	12			
37	2	6	2	2	0	7	1	2	4	3	0	2	1	2	1	2	2	0	6	5	1	3	17	0	1	1	7				
38	2	7	1	8	4	5	1	7	1	5	1	1	5	1	5	4	7	8	0	9	7	2	1	0	1	0	1	5			
39	4	3	3	5	4	11	2	7	2	0	5	0	4	2	3	4	3	2	12	2	8	8	1	0	0	1	3				
40	4	3	4	7	2	10	2	6	0	8	1	2	0	1	2	4	1	3	0	9	0	3	11	9	0	0	0	2			

Обсуждение результатов и дискуссия

Авторы понимают, что приведенная статистика может заметно измениться при увеличении количества измерений, и делать выводы об уверенной 99% точности метода диагностики COVID-19 по анализу микродвижений головы еще рано. Тем более, что количество полученных измерений значительно превышает количество исследованных пациентов (14 пациентов на 256 измерений). Однако, приведенный результат позволяет оптимистически смотреть на высокую точность диагностики COVID-19, так как обсуждаемый метод имеет значительные резервы в предоставлении дополнительной информации о микродвижениях головы человека, прежде всего в неограниченном увеличении входных параметров на обработку ИИ. Кроме того, ранее была показана высокая чувствительность вестибулярно-эмоционального рефлекса к выявлению различных заболеваний, в том числе не инфекционных (Бланк и др., 2012). Дополнительным аргументом высокой точности предлагаемого метода диагностики COVID-19 является возможность проводить обучение ИИ на пациентах с различным подтверждением COVID-19 (ПЦР, серология, КТ), что позволяет избегать систематических ошибок диагностики, свойственных каждому из данных биохимических методов или радиологии в отдельности.

Возможность получения результатов микродвижений головы на разных стадиях заболевания также является относительным преимуществом обучения ИИ в предлагаемом методе. Например, из таблицы 2 следует, что первичная программа диагностики не смогла выявить COVID-19 в отдельные дни активной фазы заболевания (27 и 28 октября) на фоне других симптомов заболевания. После добавления этих и других замеров заболевших в основную базу программа успешно выявляет COVID-19 по прошлым результатам данных микродвижений головы. Таким образом, практически каждое измерение микродвижений головы человека с подтвержденным COVID-19 предоставляет уникальную информацию об особенностях заболевания и может быть использовано для обучения ИИ.

При этом, принципиальная простота предлагаемого метода: исследуемый человек всего 1–3 минуты находится перед стандартной веб камерой, подключенной к компьютеру (Minkin, 2017; 2020), на котором установлено бесплатное ПО AIvsCOVID (AIvsCOVID, 2020), открывает неограниченные возможности для использования данного метода при регулярном самотестировании, предсменном контроле, проверках в местах массовых мероприятий, аэропортах, концертах, вокзалах и т. д.

Отдельным вопросом, требующим дальнейшего изучения, является исследование оптимального времени измерения микродвижений головы человека для максимально точной диагностики COVID-19. В обеих группах — пациентов и контрольной, время измерений составляло 1 (40%) и 3 (60%) минуты на одинаковом количестве измерений. Предположительно точность определения средних медианных значений параметров и их СКО незначительно увеличивается при 3-минутных измерениях (Minkin, 2019), поэтому на данный момент мы рекомендуем проведение 3-минутных измерений для диагностики COVID-19. Однако,

мы считаем, что в ходе дальнейших исследований можно будет уменьшить время тестирования до 1 минуты или даже 30 секунд, за счет увеличения числа входных контролируемых параметров при расчете ИИ и возможном усложнении структуры ИИ. Хотя по результатам текущих измерений все 4 ошибки (2 ложно положительных и 2 ложно отрицательных) относятся к 1-минутным измерениям, таким образом точность COVID-19 диагностики по 3-минутным измерениям микродвижений головы составляет 100%.

Авторы считают возможным некоторое снижение точности описанного метода диагностики COVID-19 при значительном увеличении количества измерений в обучаемых выборках. В настоящее время при незначительном количестве данных в выборках ИИ может искусственно цепляться за особенности виброизображения, свойственные камерам и условиям измерений, так как реальное виброизображение отличается от идеального виброизображения (Minkin, 2017; 2019). При увеличении количества данных измерений эти псевдоособенности COVID-19 исчезнут, а сможет ли эта потеря быть восполнена обученным ИИ, это открытый вопрос, требующий дальнейшего изучения.

Активное распространение COVID-19 во всех странах требует пересмотра традиционных медицинских методик диагностики и более активного развития бесконтактных компьютерных методов, представителем которых и является технология виброизображения, объединенная с возможностями ИИ.

Авторы выражают готовность к сотрудничеству с различными командами по развитию данного метода, увеличению базы данных для обучения ИИ и повышению точности и надежности получаемых результатов.

Заключение

Мы разработали и предлагаем бесплатный тест на COVID-19 (AIvsCOVID; 2020) с предположительной точностью выше 99%. На наш взгляд, его активное внедрение во всех областях сможет остановить пандемию, а совместные усилия по его доработке смогут сделать его более надежным и, возможно, универсальным для выявления новых еще неизвестных заболеваний. Регулярное самотестирование и тестирование поможет остановить пандемию COVID-19 во взаимодействии со средствами лечения, профилактики и вакцинации.

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. Камкин, Е. Г. (2020) Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19), МЗ РФ, версия 8 (03.09.2020). https://static0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/051/777/original/030902020_COVID-19_v8.pdf
3. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме. 108 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>

4. 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>
5. Минкин, В. А. (2020) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
6. Минкин, В. А., Бобров, А. Ф. (2020) Диагностика здоровья по оценке десинхронизации сигналов физиологических систем. Первые результаты практического применения программы HealthTest, Труды 3-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2020 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 121–130. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.14.VC3.RU>
7. 258-ФЗ (2020) Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций в Российской Федерации, Утвержден 31 июля 2020 года.
8. AIvsCOVID (2020) Программа диагностики COVID-19. Версия AIvsCOVID. Руководство пользователя. СПб.: Элсис. URL: <http://psymaker.com/downloads/AIvsCOVIDru.pdf> (дата обращения: 22.10.2020).
9. Bastos, et al. (2020) Diagnostic Accuracy of Serological Tests for COVID-19: Systematic Review and Meta-Analysis, *BMJ* 2020;370:m2516, <http://dx.doi.org/10.1136bmj.m2516>
10. Bwire, G. M., Paulo, L. S. (2020) Coronavirus Disease-2019: Is Fever an Adequate Screening for the Returning Travelers? *Tropical Medicine and Health* (2020) 48:14, <https://doi.org/10.1186/s41182-020-00201-2>
11. Haykin, S. (2008) *Neural Networks and Learning Machines Third Edition*, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey 07458.
12. HealthTest (2020) Описание программы оценки здоровья HealthTest. СПб.: Элсис. URL: <https://psymaker.com/downloads/HealthTestRus.pdf> (дата обращения: 22.10.2020).
13. Huang, et al. (2020) Timely Diagnosis and Treatment Shortens the Time to Resolution of Coronavirus Disease (COVID-19) Pneumonia and Lowers the Highest and Last CT Scores From Sequential Chest CT, *American Journal of Roentgenology*. 2020; 215: 367–373. 10.2214/AJR.20.23078.
14. Kopel, J. et al. (2020) Antibody Tests for COVID-19, *Baylor University Medical Center Proceedings*. <https://doi.org/10.1080/08998280.2020.1829261>
15. Laguarda, J. et al. (2020) COVID-19 Artificial Intelligence Diagnosis Using Only Cough Recordings, *IEEE Open Journal of Engineering in Medicine and Biology*, September.
16. 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>
17. Report (2020) Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf>
18. Soares, et al. (2020) A Novel High Specificity COVID-19 Screening Method Based on Simple Blood Exams and Artificial Intelligence. <https://doi.org/10.1101/2020.04.10.20061036>
19. VibraHT (2020) Описание программы оценки здоровья VibraHT. СПб.: Элсис. URL: <https://psymaker.com/downloads/VibraHTRus.pdf> (дата обращения: 26.10.2020).
20. WHO (2020) Weekly Operational Update on COVID-19. 30 October 2020. <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-operational-update---30-october-2020>
21. Wynants, L. et al. (2020) Prediction Models for Diagnosis and Prognosis of COVID-19: Systematic Review and Critical Appraisal, *BMJ* 2020; 369:m1328. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.m1328>

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 predisposedness испытуемого к терроризму, соответственно многофакторные стимулы (сочетающие факторы МИ и терроризма) были направлены на выявление predisposedness 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 раздельно 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.

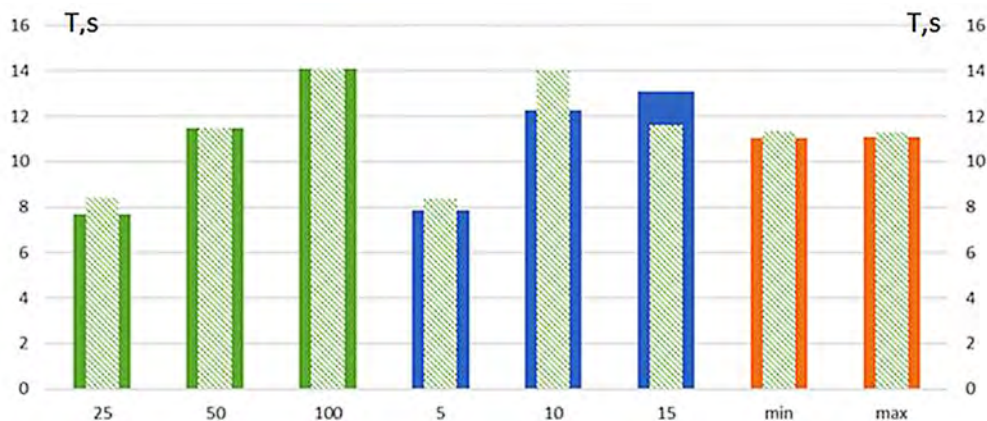


Рис. 1. Зависимость параметра рассинхронизации ПФР относительно предъявляемых стимулов для нейтральных стимулов (внешний столбец гистограммы) и многофакторных стимулов (внутренний столбец гистограммы).

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; Cacioppo 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; Baur, 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.

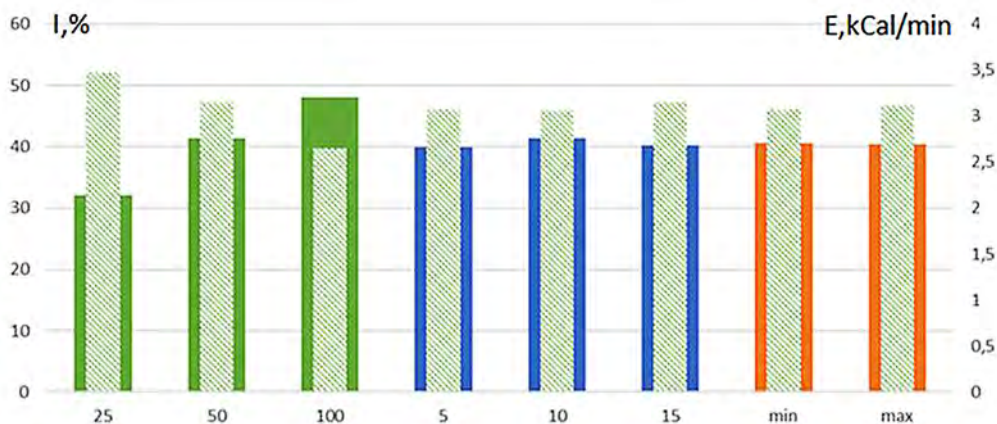


Рис. 2. Зависимость информационной (I) и энергетической (E) составляющих ПФС относительно настроек тестирования. Информационная составляющая (внешний столбец) и энергетическая составляющая (внутренний столбец).

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 ППФС = 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.

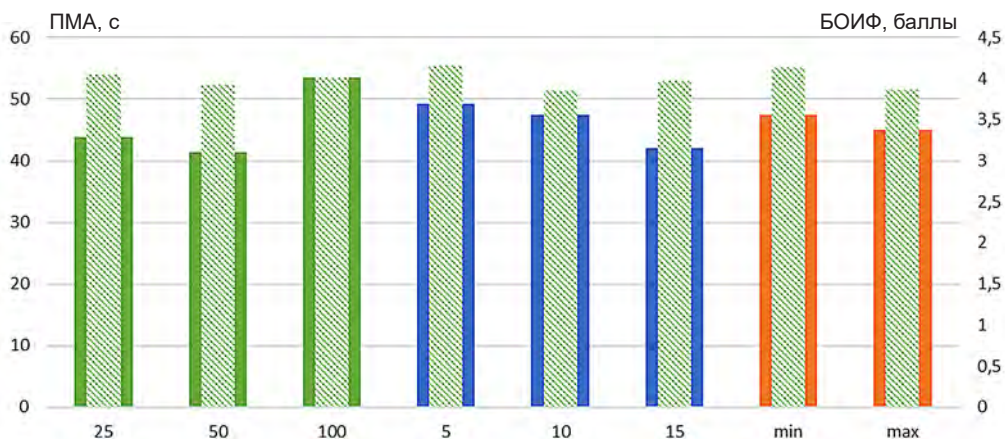


Рис. 3. Гистограмма ПМА (левая ось, секунды) и БОИФ (правая ось, баллы) относительно параметров тестирования. ПМА — внешний столбец, БОИФ — внутренний столбец на гистограмме.

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 среднеквадратическое 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 (М) 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 разность 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.

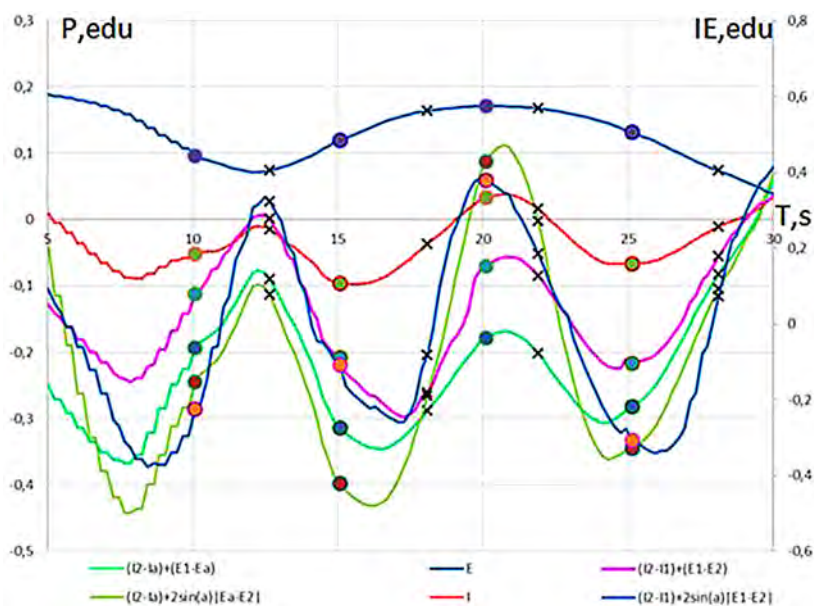


Рис. 4. Определение ПФС различными формулами. ПФР на нейтральные стимулы.

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.

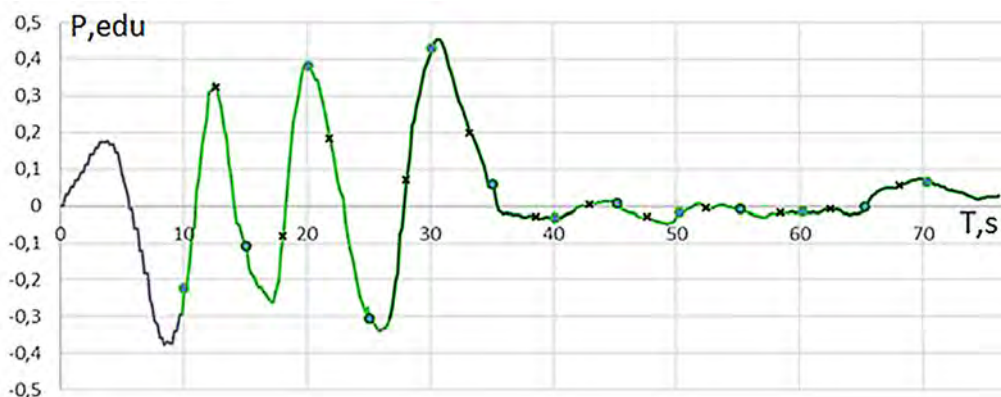


Рис. 5. Временная зависимость ПФС при прохождении тестирования 12 стимульным опросником LOf05_NLP.

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.

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. (2021a) 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 гомеостаз. 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>

**Определение психофизиологической реакции
на многофакторные стимулы в адаптивном опроснике
разложения характеристик личности
на независимые составляющие.
Возвращение эффекта Кулешова в психофизиологию**

В. А. Минкин

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

Аннотация: Приведены формулы расчета оценки предрасположенности испытуемого к многофакторным стимулам при адаптивном тестировании системой виброизображения VibraNLP. Приведены типовые зависимости изменения мозговой активности при подконтрольной сознанию обработке стимулов (период предъявления стимулов выше 16 секунд) и при частичной передаче функций сознания бессознательной обработке (период предъявления стимулов 5–15 секунд). Проведена корректировка расчета психофизиологической реакции на парные стимулы при частичной передаче функций сознания бессознательной обработке. Рассмотрены различные варианты расчета сознательной и бессознательной реакции испытуемого на стимулы в зависимости от периода мозговой активности как индикатора взаимоотношений между сознательным и бессознательным при прохождении тестирования. Показано, что значительное увеличение периода мозговой активности относительно двойного периода предъявления стимулов свидетельствует о передаче функций сознательной обработки бессознательным и интуитивным процессам. Подтверждена возможность получения точной оценки предрасположенности испытуемого к исследуемому фактору при коротком времени тестирования (период стимулов 5 секунд) и стандартном времени тестирования (период предъявления стимулов более 16 секунд).

Ключевые слова: виброизображение, психофизиология, хронобиология, реакция на стимул, период мозговой активности, сравнительное тестирование, сознательная и бессознательная реакция, множественный интеллект, эффект Кулешова.

**Calculation of Psychophysiological Responses
to Multifactorial Stimuli in the Adaptive Questionnaire
of Personality Characteristics Dispersion into Independent
Components. Kuleshov Effect Comeback to Psychophysiology**

Viktor A. Minkin

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

Abstract: Given equations for the assessment of subject's predisposition to multifactorial stimuli during adaptive testing by vibraimage system (VibraNLP). Typical dependences of brain activity during stimuli presentation controlled by consciousness (the period of stimuli presentation more than

16 seconds) and with partial transfer of consciousness functions to unconscious processing (period of stimuli presentation 5–15 seconds) are given. The calculation of psychophysiological responses to paired stimuli with partial functions transfer of consciousness to unconscious processing has been corrected. Various options for calculating the conscious and unconscious responses of a subject to stimuli are presented. Brain activity period used as the indicator of the relationship between the conscious and the unconscious processing. Shown that a significant increase in brain activity period relative to the double period of stimulus presentation indicates the transfer of conscious functions processing to unconscious and intuitive processes. The accurate assessment of subject predisposition to the investigated factor for short testing time (stimulus period of 5 seconds) and standard testing time (stimulus presentation period of more than 16 seconds) was confirmed.

Keywords: vibraimage, psychophysiology, chronobiology, response to stimulus, brain activity period, comparative testing, conscious and unconscious response, multiple intelligences, Kuleshov effect.

Введение

На данной конференции были представлены несколько работ, посвящённых теоретическим и практическим исследованиям влияния процесса изменения мозговой активности на психофизиологические реакции испытуемого. Первая работа анализировала влияние периода предъявления внешних стимулов (ППВС) и других программных настроек на психофизиологическую реакцию (ПФР) испытуемого (Минкин, 2021а). Предметом исследования второй работы была взаимная синхронизация хронобиологических ритмов (Halberg, 1969; Минкин&Бланк, 2019) сознательной и бессознательной реакции испытуемого при ответе на периодически предъявляемые стимулы (Минкин&Бланк, 2021). Полученные в данных работах результаты дополняют ранние исследования технологией виброизображения (Минкин, 2007; 2020; Minkin&Nikolaenko, 2008) и требуют создания нового математического аппарата и математических моделей для определения реакции испытуемого на стимулы. В классической психофизиологии принято разделять реакцию между последовательно идущими стимулами и дожидаться, когда психофизиологическое состояние испытуемого вернется к первоначальному состоянию после предъявления первого стимула (Cassio, 2007; Baur, 2006). Однако достаточно давно известен эффект Кулешова (Кулешов, 1929; Prince&Hensley, 1992; Bruni, 2015), который утверждал, что последующий кадр (стимул) изменяет смысл предыдущего. В психофизиологии это означает, что после предъявления значимого стимула психофизиологическое состояние испытуемого в ближайшее время не возвращается в предыдущее состояние, что и подтверждается в ряде исследований, проведенных технологией виброизображения (Minkin&Myasnikova&Nikolaenko, 2019). Таким образом, анализ психофизиологического отклика на стимул следует рассматривать не как единичное идеальное явление (Tao&Tan, ed. 2009; Giannakakis et al., 2019), а как процесс, взаимосвязанный с внутренними хронобиологическими ритмами, постоянно протекающими в организме человека, и внешними стимулами с учетом их смысловой и информационной нагрузки. В работах (Minkin&Myasnikova, 2017; Minkin&Myasnikova&Nikolaenko, 2018) было доказано, что не только новый стимул может изменить смысл предыдущего, но и предыдущий стимул определяет направление и величину изменения следующего за ним психофизиологического

ответа, так как все психофизиологические реакции представляют собой различные отклонения от интегрального центра психофизиологического состояния (ПФС). То есть, ПФР на стимул следует оценивать не по единичному отклику, а по изменению амплитуды за период изменения ПФС. В технологии виброизображения колебания психофизиологического состояния (Р) относительно центра масс под действием стимулов измеряют в виде временной или информационно-энергетической зависимостей, идеальный вид которых условно представлен на рисунках 1 и 2. Программы виброизображения первого и второго поколения (Минкин, 2021б) анализировали реакцию на стимулы при принятых в современной психофизиологии интервалах между стимулами, но адаптивная программа третьего поколения VibraNLP (Минкин&Николаенко, 2020), определяющая профиль множественного интеллекта (МИ) при предварительном тестировании (Минкин&Николаенко, 2017), позволяет проводить психофизиологические исследования в различных временных диапазонах, что так же должно быть учтено при разработке математического аппарата регистрации психофизиологической реакции.

Целью данной работы является разработка и модификация математического и стимульного алгоритма, учитывающего разложение характеристик личности на независимые составляющие на стадии предварительного тестирования адаптивной программой, включающей нейтральные вопросы и стимулы с последующим сравнением с психофизиологической реакцией на многофакторные стимулы для получения значимой бальной оценки исследуемого фактора (БОИФ) определяемой по предрасположенности испытуемого к предъявляемым стимулам.

Материалы и Метод

Было проведено исследование 20 человек (10 мужчин и 10 женщин, возраст 21–70 лет, европеоидной расы) технологией виброизображения (Минкин, 2007; 2020) программой VibraNLP (Минкин&Николаенко, 2020) при настройках по умолчанию.

Расчет оценки ПФР на парные стимулы и предрасположенность к исследуемому фактору осуществлялся по следующим формулам:

1. MI+, F+ для интегральной (сознательная + бессознательная) ПФР (основной результат)

MI+ приведенная суммарная ПФР на стимулы МИ (сумма синих столбиков, деленная на сумму синих и красных столбиков).

$$MI+ = \frac{\sum_{i=1}^6 MI_i}{\sum_{i=1}^6 (MI_i + F_i)}$$

Где: **MI+** показывает соотношение интегральной ПФР на стимулы **МИ** к общей ПФР во время тестирования;

F+ — приведенная суммарная ПФР на стимулы **МИ** (сумма синих столбиков, деленная на сумму синих и красных столбиков).

$$F+ = \frac{\sum_1^6 F_i}{\sum_1^6 (MI_i + F_i)}$$

Где: **F+** показывает соотношение интегральной ПФР на стимулы **Фактора** к общей ПФР во время тестирования.

Критерий прохождения теста:

$$(MI+) - (F+) > 0 \text{ NDI}$$

У испытуемого нет предрасположенности к исследуемому фактору (оценка 1), если его ПФР на нейтральные стимулы **МИ** больше, чем ПФР от стимулов **Фактора**. В противоположном случае оценка предрасположенности к исследуемому фактору равна 0.

2. MI(3), F(3) для интегральной (сознательная + бессознательная) ПФР (основной результат).

MI(3) — приведенная суммарная ПФР на значимые стимулы **МИ** для трех максимальных реакций на стимулы **МИ** (сумма 3 максимальных синих столбиков, деленная на сумму 3 максимальных синих столбиков и соответствующих им красных столбиков).

$$MI(3) = \frac{\sum_1^3 MI_s}{\sum_1^3 (MI_i + F_i)}$$

Где: **MI(3)** показывает соотношение интегральной ПФР на значимые стимулы **МИ** к общей ПФР во время тестирования.

F(3) — приведенная суммарная ПФР на значимые стимулы **Фактора** для трех максимальных реакций на стимулы **Фактора** (сумма 3 синих столбиков, соответствующих максимальным красным, деленная на сумму 3 максимальных синих столбиков и соответствующих им красных столбиков).

$$F(3) = \frac{\sum_1^3 F_s}{\sum_1^3 (MI_s + F_s)}$$

Критерий прохождения теста:

$$MI(3) - F(3) > 0 \text{ NDI}$$

У испытуемого нет предрасположенности к исследуемому фактору (оценка 1), если его ПФР на 3 ведущих стимула МИ больше, чем ПФР от соответствующих стимулов Фактора. В противоположном случае оценка предрасположенности к исследуемому фактору равна 0.

3. $MI + (IE)$, $F + (IE)$ расчет данного параметра аналогичен расчету предыдущего параметра **$MI(3)$, $F(3)$** только величина психофизиологической реакции суммируется по всем 6-ти независимым парам МИ и 6-ти многофакторным стимулам.

У испытуемого нет предрасположенности к исследуемому фактору (оценка 1), если его суммарная ПФР на все 6 стимулов МИ больше, чем суммарная ПФР на аналогичные стимулы Фактора.

4. $MI(3IE)$, $F(3IE)$ для стимулов бессознательной ПФР (таблицы — Результат IE, Основной результат).

$MI(3IE)$ — приведенная бессознательная ПФР на 3 значимых стимула МИ (сумма синих столбиков, деленная на сумму синих и красных столбиков бессознательной реакции).

$$MI(IE) = \frac{\sum_1^6 MI(IE)_i}{\sum_1^6 (MI(IE)_i + F(IE)_i)}$$

Где: **$MI(IE)$** показывает соотношение интегральной ПФР на 3 значимых стимулы МИ к общей ПФР во время тестирования.

$F(3IE)$ — приведенная суммарная ПФР на значимые стимулы Фактора для трех максимальных реакций на стимулы Фактора (сумма 3 синих столбиков, соответствующих максимальным красным, деленная на сумму 3 максимальных синих столбиков и соответствующих им красных столбиков).

$$F(IE) = \frac{\sum_1^6 F(IE)_i}{\sum_1^6 (MI(IE)_i + F(IE)_i)}$$

Критерий прохождения теста:

$$MI(IE) - F(IE) > 0 \text{ NDI}$$

У испытуемого нет предрасположенности к исследуемому фактору (оценка 1), если его бессознательная ПФР на стимулы МИ больше, чем ПФР на стимулы Фактора.

$$MI(IE) - F(IE) < 0$$

$$F(U) - F(S) > 0 \text{ NDI}$$

У испытуемого нет предрасположенности к исследуемому фактору (оценка 1), если его бессознательная ПФР на незначимые стимулы Фактора больше, чем ПФР на значимые стимулы Фактора.

5. F(U), F(S) для стимулов бессознательной ПФР (таблицы — Результат IE, Основной результат).

F(U) — приведенная суммарная бессознательная реакция на 3 незначимых факторных стимула.

$$F(U) = \frac{\sum_1^3 F(IE)_u}{\sum_1^6 F(IE)_i}$$

Где: **F(U)** — показывает суммарную реакцию на незначимые стимулы фактора. Значимость стимулов фактора определяется по бессознательной реакции на стимулы МИ.

F(S) — приведенная суммарная бессознательная реакция на 3 значимых факторных стимула.

$$F(S) = \frac{\sum_1^3 F(IE)_s}{\sum_1^6 F(IE)_s}$$

Где: **F(S)** — показывает суммарную реакцию на значимые стимулы фактора. Значимость стимулов фактора определяется по бессознательной реакции на стимулы МИ.

Критерий прохождения теста:

$$F(U) - F(S) > 0 \text{ NDI}$$

У испытуемого нет предрасположенности к исследуемому фактору (оценка 1), если его бессознательная ПФР на незначимые стимулы Фактора больше, чем ПФР на значимые стимулы Фактора.

Высокая чувствительность ПФР испытуемого к незначимым стимулам фактора свидетельствует об отсутствии зависимости от Фактора.

Таким образом определяются 5 независимых оценок предрасположенности испытуемого к исследуемому фактору.

Основным результатом психофизиологического тестирования является БОИФ предрасположенности испытуемого к исследуемому фактору, включающая сумму

всех 5 независимых оценок, каждая из которых дает 1 балл при отсутствии предрасположенности испытуемого к исследуемому фактору или 0 при наличии такой предрасположенности. Таким образом, полное отсутствие предрасположенности к исследуемому фактору оценивается в 5 баллов, а полная зависимость испытуемого от фактора даст нулевую оценку.

Результаты исследований

Описанный метод психофизиологического тестирования основан на получении единой оценки парного стимула, причем в работе (Minkin&Myasnikova&Nikolaenko) было показано, что не обязательно использовать оппозиционные стимулы в паре. Обратное направление движения и регуляционные колебания относительно центра ПФС происходят как при последовательном предъявлении оппозиционных, так и не оппозиционных стимулов при подстройке ритма мозговой активности под ППВС. Идеальная картина реакции ПФС на парный стимул, отображенная во временных координатах и информационно-энергетических осях, представлена на рисунке 1.

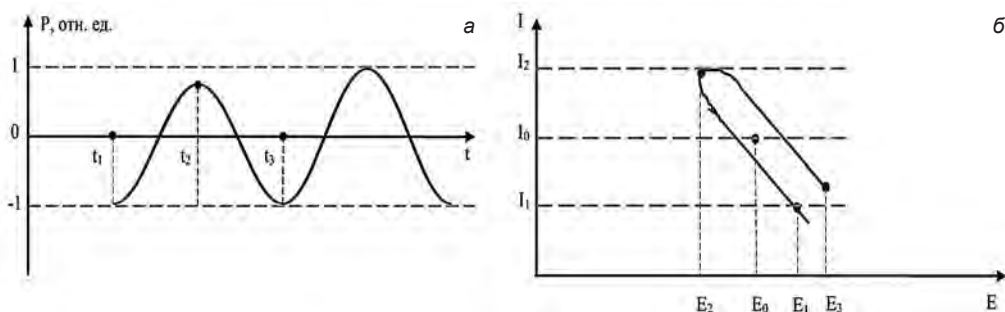


Рис. 1. Идеальная ПФР на стимулы, отображенная по временной оси (а) и в информационно-энергетических осях (б).

T1 — момент начала предъявления первого стимула, T2 — момент начала предъявления второго стимула, T3 — момент начала предъявления третьего стимула, I0, E0 — координаты центра ПФС, относительно которого происходят колебания текущего ПФС

Несколько различная амплитуда изменения ПФС для первого и второго периода (рис. 1) характеризует различную психофизиологическую реакцию испытуемого на предъявляемые стимулы. Конечно, реальное изменение ПФС происходит не столь ровно как на представленном идеальном рисунке 1. На рисунке 2 представлено изменение ПФС, измеренное программой VibraNLP в тех же осях при реальном прохождении тестирования 24 стимульным опросником LOf15.ldq с ППВС 15 секунд.

Для классических способов психофизиологического тестирования со значительным ППВС парная реакция рассчитывалась как разность между первой и второй реакцией на стимулы (Минкин&Николаенко, 2017), так как направления изменения ПФС при первом и втором стимуле в основном были противоположными. В этом случае период мозговой активности (ПМА) близок к удвоенному ППВС и составляет примерно 30 секунд (Минкин, 2020).

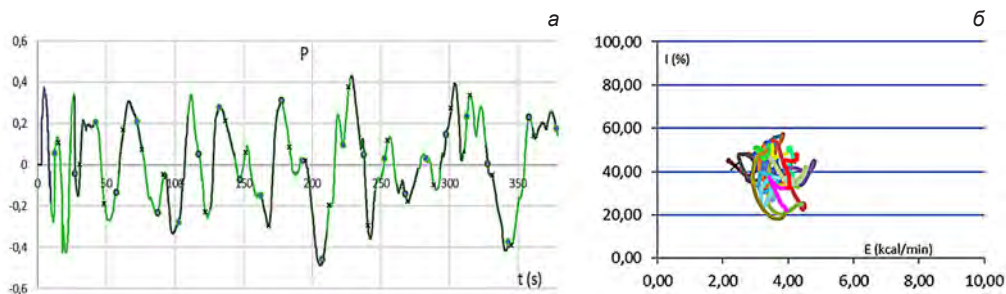


Рис. 2. Реальная ПФР на стимулы, отображенная по временной оси (а) и в информационно-энергетических осях (б). Результат вывода ПФС файла М программы VibraNLP при тестировании опросником LOf15.Idq

В работе, представленной на данной конференции (Минкин, 2021а), было показано, что в большинстве случаев уменьшение периода предъявления тех же стимулов приводит к повышению ПМА, так как сознание не справляется с обработкой поступающей информации и передает часть функций по анализу стимулов бессознательным физиологическим процессам. Если увеличивается ПМА, а ППВС между предъявляемыми стимулами уменьшается, то это естественно приводит к тому, что при регуляционных колебаниях ПФС на отклонение в одном направлении от центра приходится несколько стимулов. Даже если ПМА не увеличивается, а чуть уменьшается, он все равно не может догнать уменьшенный ППВС и на один полупериод изменения ПФС приходится несколько стимулов. Схематичная картина изменения мозговой активности для нескольких стимулов при смещении процесса обработки от сознания к бессознательному представлена на рисунке 3.

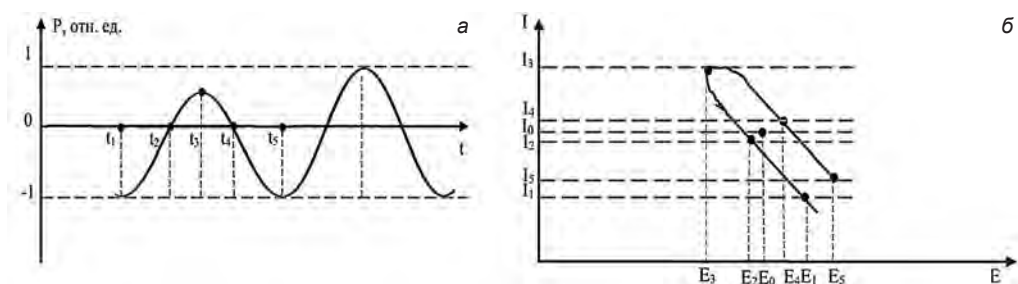


Рис. 3. Схематичная ПФР на стимулы, отображенная по временной оси (а) и в информационно-энергетических осях (б).

T_1 — момент начала предъявления первого стимула, T_2 — момент начала предъявления второго стимула, T_3 — момент начала предъявления третьего стимула, I_0 , E_0 — координаты центра ПФС, относительно которого происходят колебания текущего ПФС

В случае переноса обработки информации стимула от сознания к бессознательному на один перепад изменения мозговой активности от минимума к максимуму (или от максимума к минимуму) приходится несколько стимулов, как показано на рисунке 3.

Реальная картина передачи функций от сознания к бессознательному при изменении ПФС близком к синусоидальному приведена на рисунке 4 для уменьшенного ППВС относительно возможностей сознательной обработки.

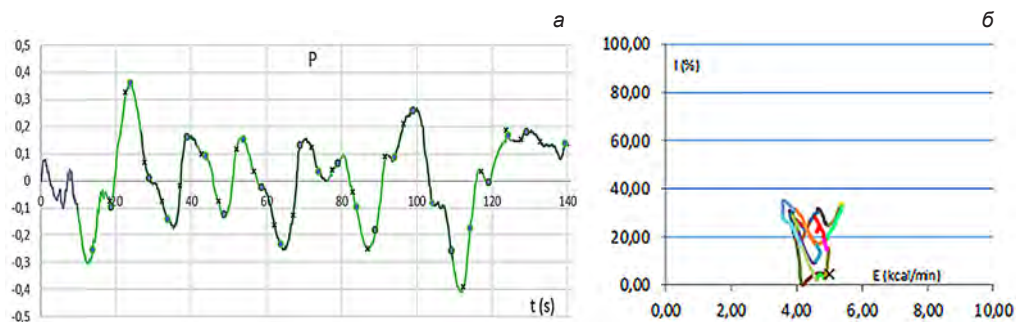


Рис. 4. Типовая ПФР на стимулы, отображенная по временной оси (а) и в информационно-энергетических осях (б) при переносе сознательной обработки на бессознательные процессы.

T1 — момент начала предъявления первого стимула, *T2* — момент начала предъявления второго стимула, *T3* — момент начала предъявления третьего стимула, *I0*, *E0* — координаты центра ПФС, относительно которого происходят колебания текущего ПФС

Получается, что для такого психофизиологического состояния (с перекосом обработки в сторону бессознательных физиологических процессов) перестает правильно работать обычно используемый дифференциальный алгоритм оценки парных стимулов (Минкин&Николаенко, 2017; Minkin&Myasnikova&Nikolaenko, 2019) и его требуется заменить на суммарную оценку модулей изменения ПФС для парных стимулов. Скорее всего, именно этим вызвано уменьшение БОИФ при уменьшении времени предъявления стимулов с 15 до 5 секунд, показанное в работе (Минкин, 2021а). На рисунке 5 представлена гистограмма БОИФ полученная различными алгоритмами: вычитанием парных стимулов (а) и сложением модулей парных стимулов (б).

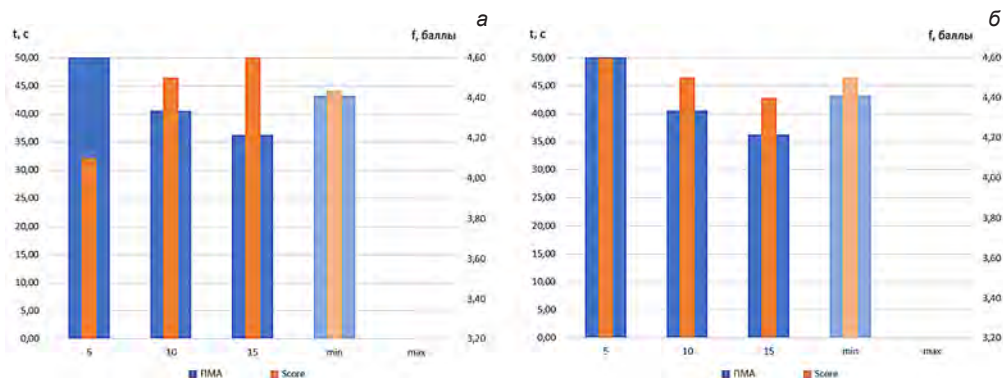


Рис. 5. Зависимость ПМА и БОИФ (при различных алгоритмических расчетах парных стимулов) от ППВС (5,10,15 с) при старте стимулов программы с Min ПФС при фиксированных программных настройках *N* = 25. Левая вертикальная ось — ПМА, правая вертикальная ось — БОИФ (Score)

Результаты, приведенные на рисунке 5, показывают, что зависимость БОИФ от ППВС носит противоположный характер при дифференциальном и суммарном алгоритме расчета парных стимулов. Максимальная БОИФ = 4,6 при традиционном дифференциальном алгоритме расчета парных стимулов (рис. 5а) соответствует максимальному ППВС (15 с) что соответствует ранее известным результатам (Минкин, 2020). Однако при уменьшении ППВС до 5 и 10 секунд дифференциальный алгоритм расчета перестает правильно работать, что приводит к уменьшению БОИФ.

В противоположность традиционному дифференциальному алгоритму расчета ПФР на парные стимулы суммарный алгоритм показывает более высокую (а значит правильную) балльную оценку реакции (тоже 4,6) на парные стимулы при минимальном ППВС.

Обсуждение полученных результатов

Известный российский кинорежиссёр и теоретик кинематографии Лев Кулешов утверждал, что монтаж — это основа кинематографии (Кулешов, 1929). Спустя почти сто лет мне стало очевидным, что монтаж также является одной из основ психофизиологического тестирования и, как показывают результаты этой статьи, ПФР на предъявляемые стимулы в значительной мере зависит от последовательности стимулов и длительности их предъявления. Стоит отметить, что с научной точки зрения кинематограф и психофизиология решают близкие задачи. Задачей кинематографа является изменение психофизиологического состояния аудитории за счет визуальных и аудио стимулов, причем, чем большее изменение ПФС публики происходит в процессе фильма и чем больше ПФС публики вначале и в конце фильма различаются, тем большее влияние фильм оказывает на аудиторию и тем больше оказываются кассовые сборы. Кинематограф явно опережает психофизиологию в своем развитии, лучшие фильмы имеют сотни миллионов просмотров, поэтому и разработка стимульного ряда в современном кинематографе значительно превосходит современные психофизиологические тестирования.

Задачей практически любого психофизиологического тестирования с предъявлением стимулов является разделение личности испытуемого на составляющие характеристики (Николаенко, 2020), причем идеальные стимулы раскладывают личность на независимые составляющие аналогично тому как оптическая призма разлагает белый свет на различные цветовые спектры. Чем правильнее подобраны стимулы, тем явственней будет реакция испытуемых, оптимальная задача тестирования разложить характеристики личности на минимальное количество независимых составляющих, охватывающих все свойства личности. Как в технике спектральный анализ позволяет выявить мельчайшее содержание любой примеси, так и в психофизиологии правильно подобранные многофакторные стимулы позволяют выявить мельчайшую патологию сознания и бессознательного, любые предрасположенности и склонности характера человека. Психофизиологические законы столь же объективны, как и физические, единственным отличием является то, что надо совместно рассматривать процессы сознания и бессознательного, а не замыкаться на каждом из них в отдельности. То, что процессы сознательной обработки информации могут быть нелинейными (Penrouse, 1994) не исключает

их физическую природу и не препятствует их физической обработке, так работает любая нейронная сеть (Новосельцев, 1978). Бессознательные процессы обработки информации, скорее всего, могут быть как линейные, так и нелинейные или интуитивные. И хотя до создания стандартных стимульных многофакторных призм, однозначно раскладывающих личность на спектр, еще далеко, но это не означает, что предлагаемый путь является неправильным.

Именно рассмотрение динамических реакций сознания и бессознательного должно привести к лучшему пониманию личности. Необходимо проведение массовых исследований с регистрацией динамических зависимостей сознательной и бессознательной реакции на стимулы. Только комплексный подход может обеспечить понимание статистических закономерностей и объективных составляющих личности человека. Отдельное измерение психофизиологических параметров, преобладающее в психофизиологии в настоящее время (Tao&Tan, ed., 2009; Zhou et al., 2011; Giannakakis et al., 2019), не способствует пониманию общих закономерностей между сознанием и бессознательным, ввиду огромного количества обратных связей между этими процессами.

Приведенные на рисунке 5 зависимости БОИФ от ППВС, конечно, нуждаются в подтверждении на большем статистическом материале. Однако полученный результат является достаточно интересным, так как он показывает возможность получения той же БОИФ = 4,6 при минимальном ППВС = 5 с, что и при большом 15-секундном ППВС. При этом приходится изменить алгоритм расчета реакции на парные стимулы. Вероятно, это связано с тем, что при уменьшении ППВС происходит увеличение ПМА и изменяется физиология реакции испытуемого на стимулы. Происходит перераспределение функций от сознания к бессознательным или интуитивным процессам оценки стимулов. Возможно что абсолютное совпадение максимальной БОИФ, определяемой ПФР для разных алгоритмов расчета, является случайным явлением, но тенденция изменения БОИФ от ППВС вряд ли является случайной, так как она подтверждается и на значительно большей выборке при различных программных настройках, хотя и не столь явно выражена (Минкин, 2021а).

Проведенное исследование, конечно, не отвечает на все вопросы, касающиеся работы сознания. На мой взгляд, оно позволяет измерить зависимости, связывающие сознательные и бессознательные ПФР с динамическими характеристиками, внешними факторами и открытыми алгоритмами измерения психофизиологических характеристик при объединении неразрывных вопросов хронобиологии и психофизиологии. Проведение подобного исследования с помощью других физиологических сигналов могло бы дополнить информацию, полученную технологией виброизображения.

Заключение

Необходимость учета хронобиологических сигналов и синхронизации внешних стимулов к ПМА при измерении ПФР, показанная в работах (Минкин&Бланк, 2021), подтверждается результатами данной работы.

Показано, что количество обрабатываемой человеком информации влияет на организацию ее обработки, при увеличении входного информационного потока

происходит передача части функций обработки от сознательных реакций к бессознательным. Для сложных визуальных и текстовых стимулов такой процесс передачи происходит (для большей части испытуемых) при уменьшении ППВС ниже 16 секунд. При этом, существуют испытуемые, для которых порог ППВС значительно ниже и может составлять величину 3–5 секунд.

Приведённые различные варианты расчета ПФР испытуемого на парные стимулы в зависимости от ПМА открывают дополнительные возможности практического анализа характеристик личности и предрасположенности человека к исследуемому фактору. ПМА является индикатором взаимоотношений между сознательными и бессознательными физиологическими процессами при прохождении тестирования. Значительное увеличение ПМА относительно двойного ППВС свидетельствует о передаче функций сознательной обработки бессознательным и интуитивным процессам.

Полученные результаты подтверждают возможность минимизации времени тестирования (до 5 секунд на один стимул) предрасположенности испытуемого к исследуемому фактору при сохранении (90–95)% точности получения результата (Минкин, 2019) относительно стандартного времени тестирования с ППВС не менее 16 секунд. Полное время тестирования с предъявлением 12 стимулов (6 нейтральных и 6 многофакторных) может составлять 60 секунд при сохранении приемлемой точности определения БОИФ.

Литература:

1. Кулешов, Л. (1929) Искусство кино. ТЕА-Кино-Печать.
2. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме. 108 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>
3. 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>
4. Минкин, В. А. (2020) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
5. Минкин, В. А. (2021a) 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>
6. Минкин, В. А. (2021б) 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. 1–19. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.RU.01>
7. 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>
8. 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. 148–156. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.RU.19>

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., 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. 111–120. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.13.VC3.RU>
11. 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>
12. Новосельцев, В. Н. (1978) Теория управления и биосистемы. М.: Наука.
13. Baur, D. J. (2006) Federal Psychophysiological Detection of Deception Examiner Handbook, Counterintelligence Field Activity Technical Manual.
14. Bruni, P. T. (2015) Re-Examining the Kuleshov Effect, Bachelor of Science, University of Pittsburgh.
15. Cacioppo, G. T. et al. (2007) Handbook of Psychophysiology, Cambridge University Press.
16. 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>
17. Halberg, F. (1969) Chronobiology, Annual Review of Physiology, Vol. 31, pp. 675–726 (Volume publication date March 1969) <https://doi.org/10.1146/annurev.ph.31.030169.003331>
18. 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>
19. 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, pp. 218–239. <https://doi.org/10.4236/jbbs.2018.85015>
20. 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 Psychophysiology. The Vibraimage Technology (English Edition). 25–26 June 2019, St. Petersburg, Russia, pp. 47–80. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.20>
21. Penrose, R. (1994) Shadows of the Mind, Oxford University Press.
22. Prince, S., Hensley W. E., (1992) The Kuleshov Effect: Recreating the Classic Experiment, Cinema Journal, Vol. 31, No. 2 (Winter, 1992), pp. 59–75. University of Texas Press. <https://doi.org/10.2307/1225144>
23. Tao, J., Tan, T. ed. (2009) Affective Information Processing. Springer-Verlag London Limited, <https://doi.org/10.1007/978-1-80800-306-4>
24. 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>

Психофизиология и гомеокинез. Синхронизация предъявления стимулов к хронобиологическим процессам

В. А. Минкин¹, М. А. Бланк²

¹ООО «Многопрофильное предприятие «Элсис», Санкт-Петербург, Россия,
minkin@elsys.ru

²ФГБУ «РНЦРХТ им. академика А. М. Гранова»

Аннотация: Проведено исследование влияния хронобиологических процессов (периода мозговой активности) на бессознательную (психофизиологическую) и сознательную реакцию испытуемых при предъявлении периодических внешних стимулов с помощью технологии виброизображения. Показано, что сознательная и бессознательная реакция испытуемых на предъявляемые стимулы существенно различается в противоположные моменты мозговой активности (при увеличении и уменьшении мозговой активности). Установлена обратная зависимость между периодом мозговой активности и периодом предъявления внешних стимулов в диапазоне от 18 до 5 секунд. Проведены сравнительные психофизиологические тестирования испытуемых различными опросниками программы VibraNLP и получены зависимости между исследуемыми факторами и программными настройками (периодом предъявления внешних стимулов, моментом старта предъявления стимулов относительно периода мозговой активности). Приведены результаты, подтверждающие выдвинутую гипотезу об изменчивости сознательной и бессознательной реакции испытуемого на стимул в зависимости от мозговой активности. Предложен способ синхронизации предъявления стимулов к хронобиологическим параметрам, позволяющий минимизировать разницу в реакциях человека, вызванную периодическими изменениями физиологических параметров.

Ключевые слова: виброизображение, психофизиология, гомеостаз, гомеокинез, хронобиология, психофизиологическое состояние, ПФС, ПФР, стимул, период мозговой активности, ПМА, VibraNLP.

Psychophysiology and Homeokinesis. Synchronization of Stimuli Presentation to Chronobiological Processes

Viktor A. Minkin¹, Mikhail A. Blank²

¹Elsys Corp, St. Petersburg, Russia,
minkin@elsys.ru

²RNCRST named after academic A. M. Granov, St. Petersburg, Russia

Abstract: The study of chronobiological processes influence (the period of brain activity) on unconscious (psychophysiological) and conscious responses of subjects during periodic external stimuli presentation using the vibraimage technology was carried out. Shown that conscious and unconscious responses of subjects to presented stimuli differ significantly at opposite moments

of brain activity (increase and decrease in brain activity). Inverse dependence was established between the period of brain activity and the period of external stimuli presentation in the range from 18 to 5 seconds. Comparative psychophysiological tests of subjects were carried out with various questionnaires of VibraNLP program and the dependences between the studied factors and program settings (period of external stimuli presentation, the moment of presentation stimuli start relative to the period of brain activity) were obtained. Presented results confirmed the hypothesis that the variability of subject conscious and unconscious responses to the stimulus depends on brain activity. Proposed the method for synchronizing of stimuli presentation to chronobiological parameters minimizing the difference in human responses caused by periodic changes in physiological parameters.

Keywords: *vibraimage, psychophysiology, homeostasis, homeokinesis, chronobiology, psychophysiological state, PPS, PPR, stimulus, brain activity period, BAP, VibraNLP.*

Введение

Концепции гомеостаза, аллостаза и гомеокинеза изучены в настоящее время достаточно подробно и насчитывают тысячи исследовательских работ (Новосельцев, 1978). «Посмотрим теперь на регуляцию прихода с расходом в частности. Механизмов, поддерживающих равновесие между этими двумя величинами в животном теле очень много» — говорил Иван Михайлович Сеченов в далеком 1860 году (Сеченов, 1953). Значительное влияние на изучение регуляторных механизмов оказали работы Клода Бернара (Bernard, 1865) и Уолтера Кэннона (Cannon, 1932), предложившего термин гомеостаз для описания способности организмов поддерживать постоянство внутренней среды. Норберт Винер (Wiener, 1948) высказал предположение, что регуляция и поддержание баланса в организме обеспечивается принципом обратной связи. Более поздние физиологические исследования показали, что все переменные в организме подвержены закономерным циклическим изменениям, например суточным и более коротким ритмам (Halberg, 1969; Бланк&Бланк, 2010). Практически все известные физиологические сигналы имеют явно выраженные временные ритмы, наиболее изученным из них является ритм сердца и отдельное направление — вариабельность сердечного ритма (Баевский и др., 2001). Исследования, проведенные технологией виброизображения, показали наличие у человека временного ритма, связанного с мозговой активностью (Минкин&Бланк, 2019), период которого определяется не только физиологией функционирования организма, но и работой сознания.

Современная психофизиология (Сасиорро, 2007; Данилова, 2012) основана на регистрации различных физиологических сигналов ЭЭГ, ЭМГ, ЧСС, ВСР, КГР, АД, ЭКГ, ФПГ (Liu et al., 2008; Giannakakis et al., 2019; Avdeeva et al., 2020), концентрации определенных ферментов или гормонов — тестостерон, серотонин, кортизол, альфа-амилаза (Canli&Lesch, 2007; Minowa&Koitabashi, 2012) и поведенческих реакций — мимика, тональность речи, микродвижения и т. д. (Тао&Тан, ed., 2009; Zhou et al., 2011) при предъявлении испытуемому определенных стимулов. С одной стороны, психофизиология признает, что все процессы сознания, эмоции, принятие решений зависят от параметров психофизиологического состояния.

При этом современная психофизиология почти никак не учитывает естественные механизмы физиологической регуляции и постоянного изменения физиологических характеристик, только суточные ритмы принимаются во внимание при проведении психофизиологических тестирований.

Мы предполагаем, что бессознательная (психофизиологическая) и сознательная реакция человека на стимулы, в значительной мере, определяется текущим психофизиологическим состоянием испытуемого в его хронобиологической активности и, прежде всего, ритмом мозговой активности. Ранее было установлено, что период мозговой активности (ПМА) в зависимости от множества факторов может колебаться от нескольких десятков секунд до сотен секунд (Минкин&Бланк, 2019), то соответственно психофизиологическая реакция (ПФР) на одинаковые стимулы может значительно изменяться в зависимости от текущего положения в течение короткого времени.

Целью данного исследования является проверка гипотезы о значимой изменчивости сознательной и бессознательной реакции испытуемого на стимул в зависимости от времени и от состояния мозговой активности в течение незначительного интервала времени порядка одной минуты.

Материалы и Метод

В качестве материалов данной работы были использованы результаты ряда исследований, проведенных ранее технологией виброизображения (Минкин, 2007; 2020; Minkin&Nikolaenko, 2008). Полученные ранее результаты были заново проанализированы относительно синхронности физиологических процессов и стимулов и добавлена третья группа результатов исследований.

Первая группа представляет результаты открытой расширенной базы данных (Минкин, 2020) эмоциональных и психофизиологических параметров (возраст испытуемых 14–80 лет, примерно 50% русские, 15% корейцы, 10% китайцы, 10% японцы, 5% иранцы). Общая база данных, включающая 12494 результатов измерений (файл 12494All.xlsm), база измерений свободного состояния человека программой VibraMed (файл 12494MED.xlsm), база данных прохождения опросников программами VibraMI и PsyAccent (12494MI.xlsm и 12494PA.xlsm). Базы данных результатов измерений эмоциональных и психофизиологических параметров приведены в файлах по ссылке (Минкин, 2020б): <http://www.psymaker.com/downloads/CyberVibraV2.zip>

Вторая группа представляет психофизиологическое исследование 10 человек (6 мужчин и 4 женщины, возраст от 20 до 65 лет, все европеоидной расы) технологией виброизображения и программой VibraNLP (Минкин&Николаенко, 2020) с предварительной синхронизацией предъявляемых стимулов к физиологическим параметрам и различными настройками периода предъявления внешних стимулов (ППВС) в 5, 10 и 15 секунд (Минкин, 2021а; 2021б).

В третьей группе проведено многократное (50 раз) тестирование 2 человек (мужчина 61 год, женщина 39 лет) программой VibraNLP коротким опросником LOF05_1, включающим 12 вопросов с ППВС = 5 секунд.

Результаты исследований

Средствами программы Excel объединим результаты, полученные опросниками VibraMI и PsyAccent (Минкин, 2020а; Минкин&Николаенко, 2017), по первой группе данных в одну базу и определим средний ПМА для стимулов, предъявляемых с ППВС = 17–18 секунд. Программы VibraMI и PsyAccent не имеют синхронизации предъявления стимулов к физиологическим параметрам, следовательно, предъявление стимулов осуществлялось в случайном порядке относительно хронобиологических процессов испытуемых. При этом в работах (Minkin&Myasnikova, 2018; Minkin&Myasnikova&Nikolaenko, 2019) было отмечено, что предъявление стимулов с фиксированным ППВС приводит к синхронизации мозговой активности под двойной ППВС. Т.е. при предъявлении стимулов с ППВС = 16–18 секунд ПМА имеет выраженный максимум на 34 секундах в спектрограмме, полученной быстрым преобразованием Фурье по сигналу изменения ПФС. Это отражается в плотности распределения гистограммы максимумов, полученных в спектрограммах Фурье, приведенной на рисунке 1 по открытым базам программ VibraMI и PsyAccent.

Отметим, что предъявление стимулов с фиксированным ППВС не менее 16 секунд автоматически приводит к синхронизации физиологических процессов, и мы наблюдаем выраженный максимум распределения ПМА на уровне 32–34 секунд. В проведенных программами VibraMI и PsyAccent исследованиях ППВС был не менее 16 секунд и оставался открытым вопрос, что будет происходить при уменьшении ППВС (Минкин, 2020).

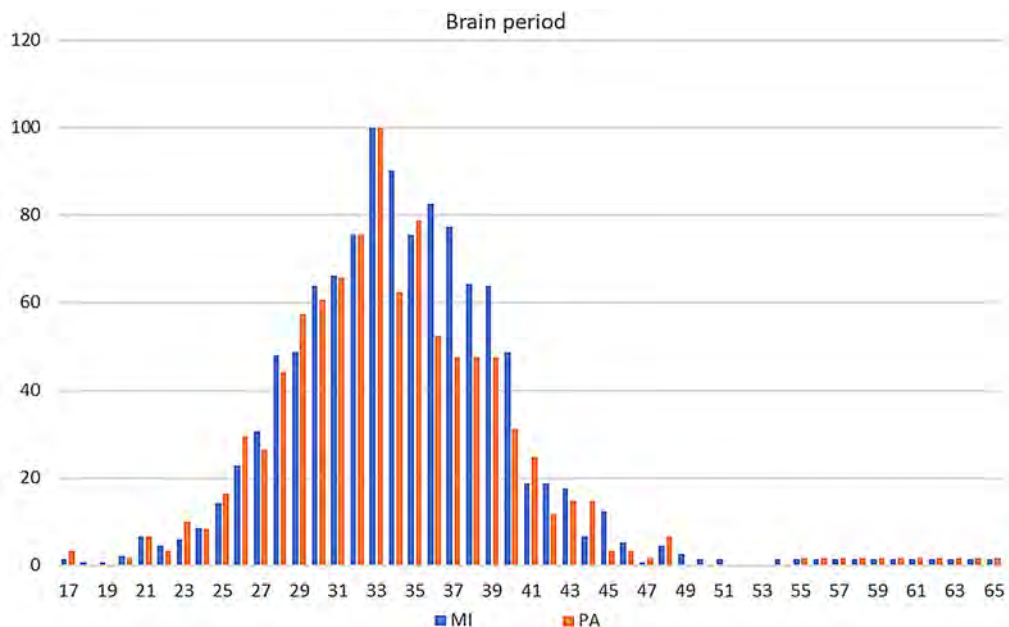


Рис. 1. Плотность распределения максимумов ПМА при предъявлении стимулов программами VibraMI (4668 тестов) и PsyAccent (2314 теста), всего 6972 тестов с периодом 16–18 секунд

В работах, представленных на этой конференции (Минкин, 2021а; 2021б) и исследовавшей вторую группу данных, было отмечено, что уменьшение ППВС приводит к увеличению ПМА и торможению мозга при увеличении количества обрабатываемой информации. Однако, в работе (Минкин, 2021а) исследовалось изменение ПМА от ППВС при различных программных настройках, что не позволяет четко выявить зависимость ПМА только от ППВС. Для определения зависимости ПМА от периода ППВС при фиксированных программных настройках ($N = 25$; и старте стимулов с Min значения ПФС) рассмотрим гистограмму изменения ПМА и бальной оценки исследуемого фактора (БОИФ) от ППВС, представленную на рисунке 2.

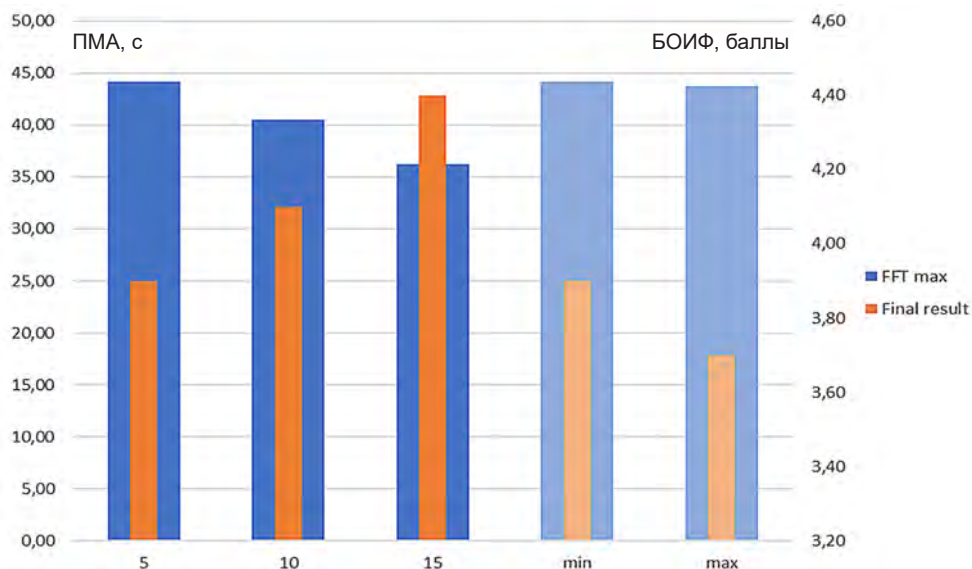


Рис. 2. Зависимость ПМА и БОИФ от ППВС ($T = 5, 10, 15$ с) и момента старта программы (Min, Max) при фиксированных программных настройках $N = 25$.
Левая вертикальная ось — ПМА, правая вертикальная ось — БОИФ

Из зависимостей, представленных на рисунке 2, следует, что ускоренное предъявление стимулов заметно увеличивает ПМА и уменьшает БОИФ, так как сознание человека не успевает справиться с большим потоком обрабатываемой информации.

Также в работе (Минкин, 2021а) были приведены данные, что старт с минимального значения ПФС приводит к повышению точности БОИФ предрасположенности к фактору, но эта зависимость была опять приведена для различных программных настроек. Для исследования процессов синхронизации ПФС и стимулов необходимо ограничиться исследованием при фиксировании остальных программных настроек. Так как одной из основных задач любого тестирования является снижение времени при сохранении точности получаемого результата (Минкин, 2019), то я ограничил данное исследование минимальным ППВС = 5 с и минимальным числом кадров интеграции ПФС $N = 25$.

Рассмотрим результаты исследования второй группы 10 человек программой VibraNLP, выделив из массива данных ПФР испытуемых на стимулы при фиксированных настройках ($T = 5$; $N = 25$), приведенные на рисунке 3 для старта при максимальном значении ПФС (Max).

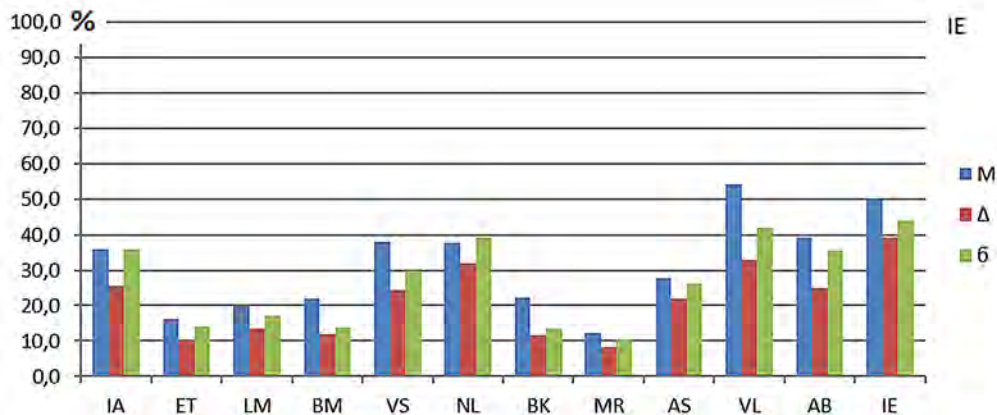


Рис. 3. Усредненная ПФР испытуемых при фиксированных программных настройках: старт Max, $N = 25$, ППВС = 5 с

На рисунках 3–5 представлена последовательность из 12 ответов AI; ET; LM; BM; VS; NL; BK; MR; AS; VL; AB; IE, названных в соответствии с сокращением типов MI (Минкин & Николаенко, 2017), однако в нашей обработке мы будем рассматривать только сравнение шести левых ПФР, соответствующих предварительному тестированию, и правых ПФР, соответствующих базовому тестированию.

Далее на рисунке 4 приведем аналогичную ПФР испытуемых на стимулы при тех же фиксированных настройках ($T = 5$; $N = 25$) только для старта измерений с минимального значения ПФС (Min).

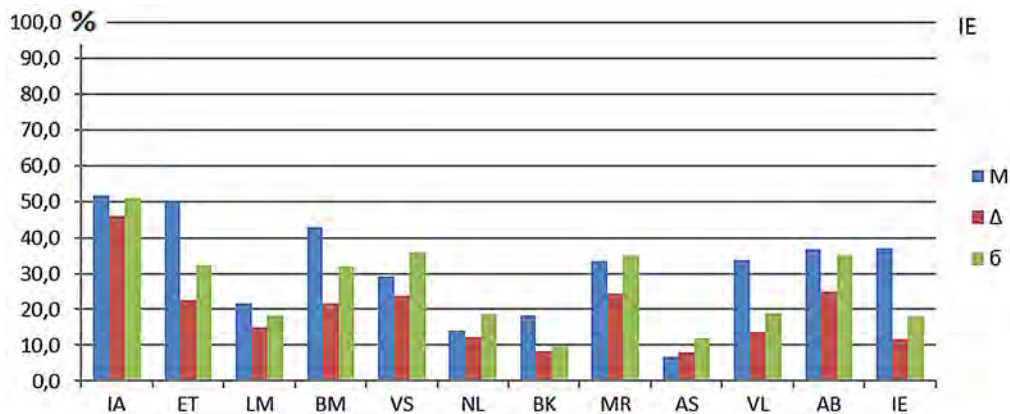


Рис. 4. Усредненная ПФР испытуемых при фиксированных программных настройках: старт Min, $N = 25$, ППВС = 5 с

При сравнении результатов, приведенных на рисунках 3 и 4, обратим внимание, что на рисунке 3 имеет преимущество реакция на стимулы второй части тестирования (13–24), в то время как на рисунке 5 наблюдается явная преимущественная реакция на стимулы первой части тестирования (1–12).

Далее приведем статистику распределения сознательной реакции в том же исследовании 10 человек программой VibraNLP. На рисунке 5 приведена гистограмма сознательной реакции на предъявляемые стимулы при старте с максимального значения ПФС.

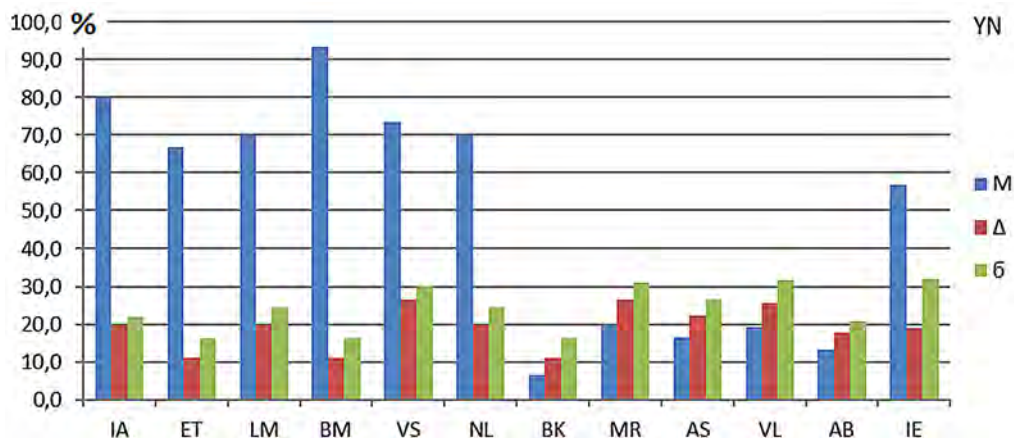


Рис. 5. Усредненная сознательная реакция испытуемых при фиксированных программных настройках: старт Max, N = 25, ППВС = 5 с

На рисунке 6 приведена гистограмма сознательной реакции на предъявляемые стимулы при старте с минимального значения ПФС.

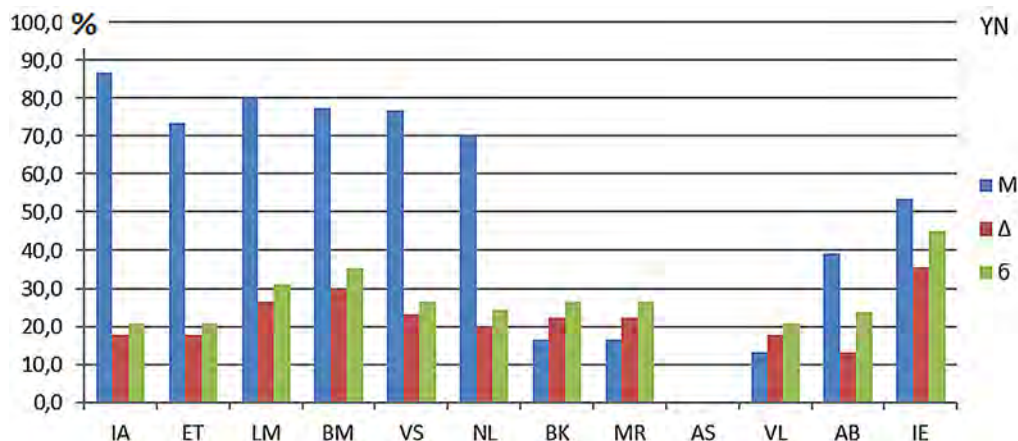


Рис. 6. Усредненная сознательная реакция испытуемых при фиксированных программных настройках: старт Min, N = 25, ППВС = 5 с

Обратим внимание на выраженный разный характер предпочтений в сознательной реакции с лидерством 4-й пары при старте с максимального значения ПФС и лидерстве первой пары при старте с минимального значения ПФС.

В заключение раздела рассмотрим статистику персонального тестирования одного из авторов этой публикации программой VibraNLP (данные третьей группы) опросником LOf05_1, включающим 12 вопросов с периодом предъявления стимулов 5 секунд при двух значениях старта с минимального и максимального значений ПФС. Всего было сделано 50 измерений в обоих положения старта, так как в работе (Минкин, 2019б) было доказано, что общая погрешность измерений или СКО параметров при 50 измерениях не превышает 6%.

На рисунке 7 представлена гистограмма распределения СКО психофизиологических параметров одного из авторов этой публикации (мужчина, 61 год) при старте тестирования программой VibraNLP опросником LOf05_1 с максимального значения (группа 1 синие столбики) и минимального значения (группа 2, красные столбики).

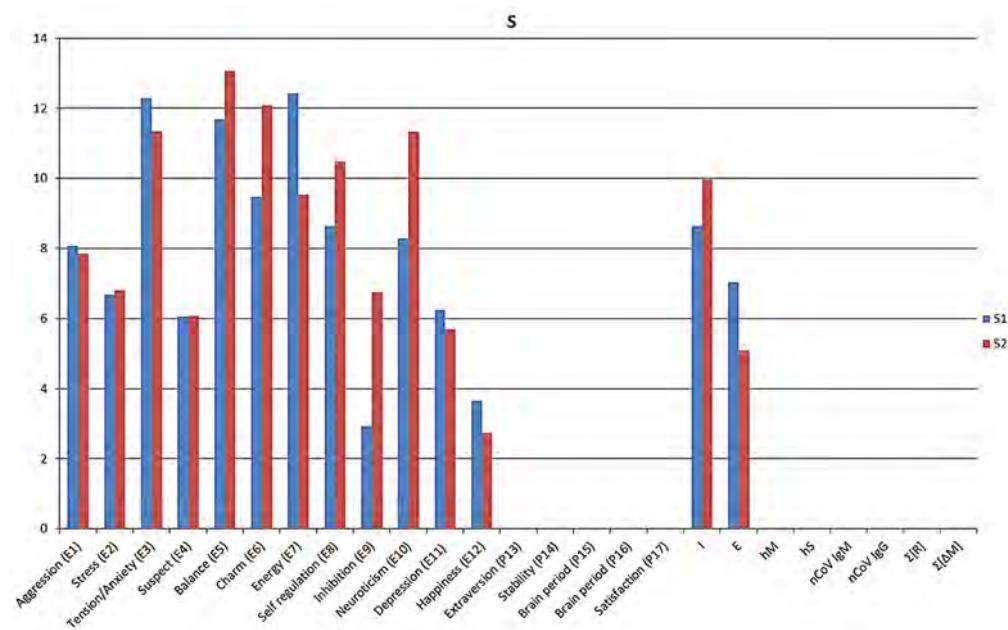


Рис. 7. Средние значения СКО параметров ПФС при старте тестирования с максимального (Max) значения (группа 1, синие столбики) и минимального (Min) значения (группа 2, красные столбики)

Из приведенной на рисунке 7 гистограммы следует, что часть психофизиологических параметров имеет минимальные изменения при различном старте стимулов относительно ПМА, в то время как другая часть психофизиологических параметров E6–E10 ($dE6 = 30\%$; $dE7 = 31\%$; $dE8 = 16\%$; $dE9 = 40\%$; $dE10 = 28\%$) и интегральных информационной и энергетической составляющих (Минкин и др., 2019) значительно отличается при разном старте. Аналогичные отличия были

и у второго испытуемого в этой группе (женщина, 39 лет), но мы не усредняем полученные в третьей группе данные, так как полученные зависимости должны иметь персональный характер.

Обсуждение полученных результатов

Полученные результаты охватывают, возможно, слишком много различных тестирований, я постараюсь пояснить почему не ограничился одним или другим вариантом. Вопросы взаимодействия сознания и бессознательного достаточно давно являются предметом изучения науки (Freud, 1900; Penrose, 1994). Тем более удивительно, что только исследования, проведенные технологией виброизображения, показали возможность измерения степени синхронизации физиологических процессов с помощью работы сознания. Хотя экспериментально и интуитивно период предъявления стимульных вопросов (более 15 с) в психофизиологической детекции лжи (Baur, 2006) был установлен таким образом, чтобы не менять естественные физиологические ритмы человека. Но если никто не отрицает наличие хронобиологических ритмов, то становится очевидным, что человек не может одинаково реагировать на один и тот же стимул, находясь в нижней или верхней точке своего внутреннего физиологического ритма. Конечно, если учитывать только суточные ритмы, то изменением ПФС в течение одной минуты можно пренебречь. Однако периодичность изменения ПФС, связанная с ПМА (Минкин&Бланк, 2019; Минкин&Качалин, 2019), имеет период менее одной минуты, что наглядно проявляется при тестировании технологией виброизображения, и должна иметь научное объяснение. Поэтому в данных исследованиях мы постарались измерить как можно больше различных характеристик человека, включая сознательную реакцию и бессознательные или психофизиологические характеристики.

Типовая зависимость ПФС от предъявляемых стимулов, измеренная в программе VibraNLP (группа 3), представлена на рисунке 8. В первой (серой) части тестирования (от 0 до 10 секунды) происходит измерение внутренних физиологических ритмов и синхронизация предъявления стимулов под изменение мозговой активности. Старт предъявления стимулов и начало тестирования (зеленый график) начинается через 3 секунды после прохождения минимального значения ПФС. Конечно, хорошо бы стартовать в момент максимального спада, но для того чтобы убедиться, что пройдена действительно точка минимума текущего ПФС и начинается рост необходимо какое-то время (3 секунды). Точками на графике (рис. 8а) отмечены моменты предъявления стимулов, крестиком отмечен момент ответа испытуемого на стимул.

На рисунке 8 явно видна привязка изменения направления ПФС к внешним событиям (точки на графике приходятся на моменты минимума и максимума), причем на 12 секунде тестирования смена направления происходит при ответе на вопрос, а на 20 и 25 секунде при предъявлении новых стимулов. Однако такая явная выраженность привязки ПФС к внешним стимулам имеет место далеко не

всегда, на рисунке 9 приведен другой типовой пример, где испытуемый более явно реагирует на значимые стимулы, при этом периодичность изменения психофизиологического состояния внешне выражена не столь явно.

Оба приведенных примера, при всей непохожести, имеют много общего, они показывают разный период изменения ПФС: на рисунке 8 — совпадающий с двойным периодом предъявления стимулов (10 с), на рисунке 9 — значительно превышающий двойной период предъявления стимулов и составляющий 25 с.

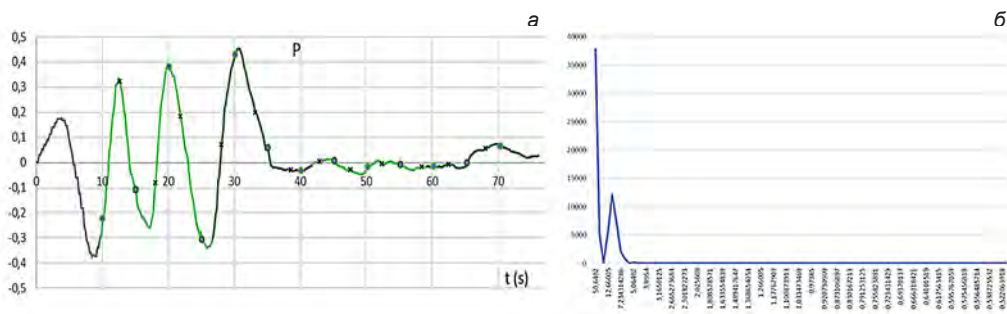


Рис. 8. Временная зависимость ПФС (а) и спектрограмма ПФС (б) при предъявлении нейтральных (10–35 с) и значимых (40–70 с) стимулов (12 стимулов, период предъявления стимулов 5 секунд, N = 25, старт с Min). Момент начала предъявления стимула показан точкой на графике, момент ответа на стимул показан крестом. Максимальная ПФР на нейтральные стимулы. Файл M программы VibraNLP, страницы IEG и FFT

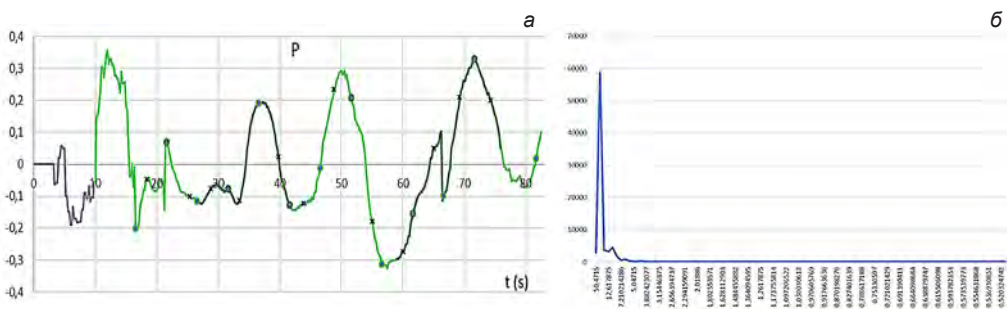


Рис. 9. Временная зависимость ПФС (а) и спектрограмма (б) ПФС при предъявлении нейтральных (10–35 с) и значимых (40–70 с) стимулов (12 стимулов, период предъявления стимулов 5 секунд, N = 25, старт с Min). Момент начала предъявления стимула показан точкой на графике, момент ответа на стимул показан крестом. Максимальная ПФР на значимые стимулы. Файл M программы VibraNLP, страницы IEG и FFT

Вероятно существует определенный предел возможностей каждого человека в сознательной обработке информации, и увеличение потока информации приводит к увеличению периода мозговой активности. Если в работах (Минкин&Бланк, 2019) было доказано, что сознание может настраивать период мозговой активности под период предъявления внешних стимулов, то результаты данной работы

показывают, что эта настройка имеет определенные пределы. Зависимость, приведенная на рисунке 2, показывает, что небольшой сдвиг среднего значения периода мозговой активности начинается уже с 15-секундного периода предъявления стимулов, а при 5-секундном предъявлении внешних стимулов среднее значение периода мозговой активности достигает 44 секунд.

Обратим внимание, что на рисунке 2 все значения гистограмм (оценки фактора и ПМА) объединяют все настройки, используемые в данном исследовании. Например, для периода предъявления стимулов 5 секунд усредняются все значения оценки фактора, полученные при старте предъявления стимулов с минимального и максимального значений ПФС, которые, как следует из этого рисунка, имеют разные значения. В другой работе, представленной на данной конференции, показано как изменяется зависимость оценки фактора при фиксировании настроек и изменение подхода к расчету реакции на парные стимулы (Минкин, 2021б).

Результаты, приведенные на рисунках 3–7, наглядно показывают, что не только психофизиологическое состояние испытуемых, но и их сознательная реакция зависит от момента предъявления стимулов относительно ритма мозговой активности. Причем это отражается на ряде независимых психофизиологических параметрах (Е6–Е10) и интегральных составляющих (информационной и энергетической) психофизиологического состояния.

Мы не утверждаем, что хронобиологические процессы и мозговая активность полностью изменяют текущее психофизиологическое состояние человека и что в начале роста и спада мозговой активности человек является антиподом самому себе. Но изменение характеристик личности в противоположных точках роста-спада ПФС носят значимый характер, влияющий на все реакции человека. Результаты данного исследования показывают, что состояние человека в противоположных точках мозговой активности может существенно измениться в течение нескольких секунд или минуты, и это изменение настолько значимо, что нельзя его не учитывать особенно в сравнительных психофизиологических исследованиях (Baur, 2006). Предложенный способ синхронизации предъявления стимулов к хронобиологическим параметрам позволяет минимизировать разницу в реакциях человека, вызванную периодическими изменениями физиологических параметров. Соответственно, в одинаковых точках изменения текущего ПФС реакции человека на внешние стимулы оказываются близкими друг-другу, причем минимальная точка ПФС дает более правильную оценку реакциям человека (рис. 2, сравнение оценок Min и Max).

Полученные результаты позволяют оспорить (спустя примерно 2600 лет!) тезис Гераклита (Платон, 1990), что в одну реку нельзя войти дважды. Получается, что в первом приближении, это можно сделать, если учитывать хронобиологические ритмы и, прежде всего, ритм мозговой активности, оказывающий значимое влияние на сознательную и бессознательную реакцию человека. Возможно, что такая хронобиологическая вариабельность бессознательной и сознательной реакции обеспечивает большую эволюционную устойчивость человеку как виду за счет более полного рассмотрения окружающих угроз в пределах короткого времени порядка одной минуты.

Заключение

Проведенные исследования показали существенное влияние хронобиологических ритмов человека, прежде всего, ритма мозговой активности на его бессознательные и сознательные реакции. Показано, что бессознательная и сознательная реакции человека значительно различаются в противоположных точках ритма мозговой активности или ПФС — начале роста (Min) и начале спада (Max), а ПМА может изменяться от нескольких секунд до минуты при изменении воздействующих на человека стимулов.

Достоверность выдвинутой гипотезы об изменчивости сознательной и бессознательной реакции испытуемого на стимул в зависимости от состояния мозговой активности подтверждается полученными результатами.

Отсутствие учета хронобиологических ритмов при проведении психофизиологических исследований существенно снижает точность и достоверность получаемых результатов. Синхронизация старта момента предъявления стимулов с хронобиологическими процессами и, прежде всего, относительно ПМА позволяет значительно повысить точность и стабильность определения ПФР исследуемого человека и БОИФ.

Дополнение статических характеристик личности динамическими характеристиками позволяет существенно изменить и расширить подход к характеристикам личности человека, так как именно величина изменчивости, а не постоянство характеристик образует неповторимую личность человека. Переход от статического подхода к личности человека к динамическому аналогичен переходу от классической физики Ньютона к современной физике после появления специальной и общей теории относительности. Естественно, что он будет не простым и займет не мало времени.

Литература:

1. Баевский, Р. М. и др. (2001) Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем, Вестник аритмологии, 2001, № 24.
2. Бланк, М. А., Бланк, О. А. (2010) Хронобиомедицина для онкологии. НИКА. СПб.
3. Данилова, Н. Н. (2012) Психофизиология: учебник. М.: Аспект Пресс, 368 с.
4. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме, 108 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>
5. Минкин, В. А. (2017) Способ оценки психофизиологического состояния человека, RU 2695888, МПК А61В 5/11. Заявл. 24.03.2017; Опубл. 29.07.2019, Бюл. 22.
6. 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>
7. 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. 148–156. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.RU.19>

8. Минкин, В. А. (2020а) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
9. 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>
10. Минкин, В. А. и др. (2020) Способ психологического и/или психофизиологического тестирования. Заявка № 20200118568 на патент РФ. ООО «МП «Элсис». Заявл. май 2020.
11. 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>
12. Минкин, В. А., Качалин, А. Н. (2019) Анализ периода мозговой активности при различных видах деятельности технологией виброизображения, Труды 2-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2019 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 100–105. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.RU.12>
13. 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. 111–120. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.13.VC3.RU>
14. 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>
15. 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>
16. 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>
17. Новицкий, П. В. (1975) Электрические измерения неэлектрических величин. Л.: Энергия.
18. Новосельцев, В. Н. (1978) Теория управления и биосистемы. М.: Наука.
19. Платон (1990) Кратил. Собрание сочинений в четырёх томах. М: АН СССР Институт философии. Мысль, 1990. Т. 1. С. 636.
20. Сеченов, И. М. (1952) Избранные произведения. Т. 1. Физиология и Психология. АН СССР.
21. Avdeeva, D. K. et al. (2020) Results of Measurements of the Cardiac Micropotential Energies in the Amplitude-Time Intervals Recorded by the Nanosensor-based Hardware and Software Complex, October 2020, Measurement. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108600>
22. Bernard, C. (1865) An Introduction to the Study of Experimentall Medicine, Institute of Neurology the Rockefeller Medical Library.
23. Baur, D. J. (2006) Federal Psychophysiological Detection of Deception Examiner Handbook, Counterintelligence Field Activity Technical Manual.
24. Cacioppo, G. T. et al. (2007) Handbook of Psychophysiology, Cambridge University Press 2007.
25. Canli, T., Lesch, K. T., (2007) Long Story Short: the Serotonin Transporter in Emotion Regulation and Social Cognition, Nature Neuroscience, No.10, 2007. <https://doi.org/10.1038/nn1964>
26. Cannon, W. B. (1932) The Wisdom of the Body. New York: W. W. Norton.

27. Freud, S. (1900) *The Interpretation of Dreams*, Science Odyssey: People and Discoveries. PBS. 1998.
28. Halberg, F. (1969) Chronobiology, *Annual Review of Physiology*, Vol. 31:675–726 (Volume publication date March 1969), <https://doi.org/10.1146/annurev.ph.31.030169.003331>
29. Liu, et al. (2008) Physiology-Based Affect Recognition for Computer-Assisted Intervention of Children with Autism Spectrum Disorder, *Int. J. Human-Computer Studies* 66 (2008) pp. 662–677. <https://doi.org/j.ijhsc.2008.04.003/j.ijhsc.2008.04.003>
30. 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>
31. 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, pp. 218–239. <https://doi.org/10.4236/jbbs.2018.85015>
32. 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 Psychophysiology. The Vibraimage Technology (English Edition)*. 25–26 June 2019, St. Petersburg, Russia, pp. 47–80. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.20>
33. Minowa, C., Koitabashi, K., (2012) Salivary Alpha-Amylase Activity — An Indicator of Relaxation Response in Perioperative Patients, *Open Journal of Nursing*, 2012, No. 2, pp. 208–214, OJN <http://dx.doi.org/10.4236/ojn.2012.23032>, Published Online September 2012, <http://www.SciRP.org/journal/ojn/>
34. Penrose, R. (1994) *Shadows of the Mind*, Oxford University Press.
35. Tao, J., Tan, T. ed. (2009) *Affective Information Processing*. Springer-Verlag London Limited. <https://doi.org/10.1007/978-1-80800-306-4>
36. Wiener, N. (1948) *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Paris, (Hermann & Cie) & Camb. Mass. (MIT Press) 2nd revised ed. 1961.
37. 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>

Определение значимых поведенческих параметров при диагностике COVID-19 с помощью настройки искусственных нейронных сетей

В. А. Акимов, В. А. Минкин

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

Аннотация: Исследованы различные варианты построения искусственных нейронных сетей (ИНС), применяемых для разбраковки (дискриминации) баз данных поведенческих параметров, полученных технологией виброизображения для пациентов с подтвержденным диагнозом COVID-19 и референтной (контрольной) группы с подтвержденным отсутствием заболевания COVID-19. Проведено обучение разработанных ИНС методами ADAM и Нестерова. Представлены полученные зависимости точности метода и количества ошибок (дискриминирующей способности теста) от структуры ИНС и набора входных данных поведенческих параметров. Проведен статистический анализ результатов исследований групп пациентов и контрольной группы стандартными статистическими методами и проведено сравнение результатов дискриминации групп данных методами ИНС и оценками мат ожидания, СКО и вариабельности. Оптимизирована структура ИНС и входного потока поведенческих параметров, позволившая добиться нулевой ошибки при дискриминации имеющейся базы данных пациентов с подтвержденным диагнозом COVID-19 и контрольной группы. Определены значимые поведенческие параметры для диагностики COVID-19.

Ключевые слова: виброизображение, искусственные нейронные сети, обучение нейронной сети, поведенческие параметры, структура нейронной сети, ИИ, ИНС, точность диагностики, ошибка.

Determination of Significant Behavioral Parameters on COVID-19 Diagnosis by Artificial Neural Networks Modeling

Valery A. Akimov, Viktor A. Minkin

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

Abstract: Investigated various options for constructed artificial neural networks (ANNs) used to discriminate databases of behavioral parameters captured by vibroimage technology for patients with confirmed diagnosis of COVID-19 and reference group with confirmed absence of COVID-19 disease. The developed ANNs were learned using ADAM and Nesterov methods. The dependences of method accuracy and the number of errors (discriminating ability of the test) on the structure of ANN and the set of behavioral parameters are presented. Statistical analysis of the same groups of patients and the control group was carried out using standard statistical methods (mat expectation, SD, variability) and groups discrimination by ANN methods. The structure of ANN and input data of behavioral parameters was optimized. Achieved zero error of existing databases discriminating for the patients

<https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.RU.06>

with a confirmed diagnosis of COVID-19 and the control group. Identified significant behavioral parameters for the diagnosis of COVID-19.

Keywords: *vibraimage, artificial neural networks, neural network learning, behavioral parameters, neural network structure, AI, ANN, diagnostic accuracy, error.*

Введение

Технические решения, связанные с искусственными нейронными сетями (Найкин, 2008; Бураков, 2013; Goodfellow et al., 2017), занимают все более значимое место при разработке различных технологий и практических применений. Вызов, брошенный миру пандемией COVID-19, привел к развитию множества решений (Laguarta et al., 2020; Soares et al., 2020; Erdem&Aydin, 2020; Hussain et al., 2020; Jin et al., 2020; Wynants et al., 2020; Jimenez-Solem et al., 2021), основанных на искусственных нейронных сетях (ИНС) и искусственном интеллекте (ИИ), предназначенных для диагностики COVID-19. На основе технологии виброизображения были ранее разработаны и обоснованы методы медицинской диагностики (Бланк и др., 2012; Минкин, 2007;2020; Minkin&Nikolaenko, 2008), поэтому использование технологии виброизображения для диагностики COVID-19 стало одной из задач разработчиков данной технологии. Был разработан ряд технических решений для диагностики COVID-19 (Минкин&Бобров, 2020), в том числе с помощью нейронных сетей и искусственного интеллекта (Minkin et al., 2020). Основными преимуществами нейронных сетей является возможность распараллеливания потока информации (высокое быстродействие) и способность к самообучению и обобщению информации (Найкин, 2008). При этом, итоговое решение, принимаемое обученной нейронной сетью, является неочевидным, его практически невозможно проверить (подтвердить или опровергнуть) другими известными методами. Способность получать обоснованный результат на основании информации, которая не встречалась в процессе обучения, является, с одной стороны, явным преимуществом нейронных сетей (Найкин, 2008), что особенно актуально для моделирования сложных биологических процессов (Новосельцев, 1978). Но с другой стороны, практическая закрытость принятия решения нейронной сетью или искусственным интеллектом создает определенное недоверие к восприятию неочевидного результата бесконтактной диагностики определенного заболевания.

Целями данной работы являются определение значимых поведенческих параметров, используемых при диагностике COVID-19, определение оптимальной структуры ИНС для разбраковки результатов исследований пациентов и контрольной группы, а также повышение точности используемого метода и снижение ошибок в диагностике COVID-19.

Материалы и Метод

Результатами исследований обеих групп пациентов и контрольной являются поведенческие параметры, измеренные с помощью технологии виброизображения программой VibraNT и программой HealthTest (Minkin et al., 2020). Технология виброизображения определяет поведенческие параметры

человека на основе различных формул анализа микродвижений головы человека (Минкин, 2020). Физиологической основой, связывающей движения головы и поведенческие параметры, является вестибулярно-эмоциональный рефлекс (Minkin&Nikolaenko, 2008; Минкин, 2020). Измерения поведенческих параметров указанными программами проводились в течение времени 1 или 3 минуты, причем во время измерения программа осуществляет 5 отсчетов в секунду для каждого поведенческого параметра P1–P16 (Минкин, 2020). Результирующими данными являются среднее значение M для каждого из 16 поведенческих параметров, а также среднеквадратическое значение изменения этого параметра в период измерения ($SD1$ – $SD16$) и вариабельность каждого параметра за время измерения $V = M/SD$.

Результаты исследований группы пациентов включают 268 результатов измерения программами *VibraNT* или *HealthTest* (Minkin et al., 2020) параметров микродвижений головы пациентов с подтвержденным диагнозом COVID-19 (из них 250 пациентов с подтверждением COVID-19 по КТ и ПЦР в активной фазе и 18 пациентов на бессимптомной стадии заболевания COVID-19). Измерения были сделаны в период с мая по октябрь 2020 года. Возраст пациентов от 25 до 75 лет, соотношение мужчины–женщины (60–40)%. Этнический состав — 100% европеоиды. Демографические параметры контрольной группы были подобраны идентично группе пациентов. Программы *VibraNT* и *HealthTest* идентичны по алгоритмам обработки и различаются уровнем профессиональных настроек. Измерения поведенческих параметров пациентов проводилось с помощью веб-камер MS LifeCam Cinema и MS LifeCam Studio. Разрешение камер было установлено 640×480, частота кадров 30 к/с, в настройках включен черно-белый режим. Исследуемый человек располагался на расстоянии (50–100) см от веб-камеры, размер головы по горизонтали — более 200 пикселей. Уровень качества изображения при тестировании программами *VibraNT* и *HealthTest* был выше 80% для всех принятых результатов тестирования. Используемые для измерений поведенческих параметров компьютеры имели ОС Windows 10 и процессоры не ниже i5.

Результаты исследований контрольной группы включают результаты 268 измерений программой *VibraNT* параметров микродвижений головы пациентов с полным отсутствием симптоматики COVID-19 и отрицательным ПЦР тестом на COVID-19. В контрольную группу включено 20 измерений пациентов с подтвержденным заболеванием ОРВИ для того, чтобы исключить возможность выявления симптоматики патология-норма при сравнении пациентов и контрольной группы, направив поведенческую диагностику именно на выявление симптоматики COVID-19.

Методика исследования основана на обучении нейронных сетей различной структуры с помощью обучающей программы, написанной одним из авторов (Валерием Акимовым) для разделения результатов исследований пациентов и контрольной группы и определению количества ошибок при указанном разделении данных. Структура обучаемых нейронных сетей двух и трехслойная, основным элементом был выбран сигмоидальный нейрон, так как сигмоидальная

функция является наиболее распространенной при построении ИНС (Haykin, 2008). Подбор коэффициентов значимости в нейронной сети осуществлялся с применением стандартных оптимизационных алгоритмов ADAM и Нестерова (Nesterov, 1983; Goodfellow et al., 2017), используемых при обучении нейронных сетей. Разработанная программа обучает нейронную сеть иметь 0 на выходном нейроне для контрольной группы и 1 для группы пациентов с подтвержденным диагнозом COVID-19.

Структурные схемы построенных ИНС для дискриминации баз данных в группах представлены на рисунке 1.

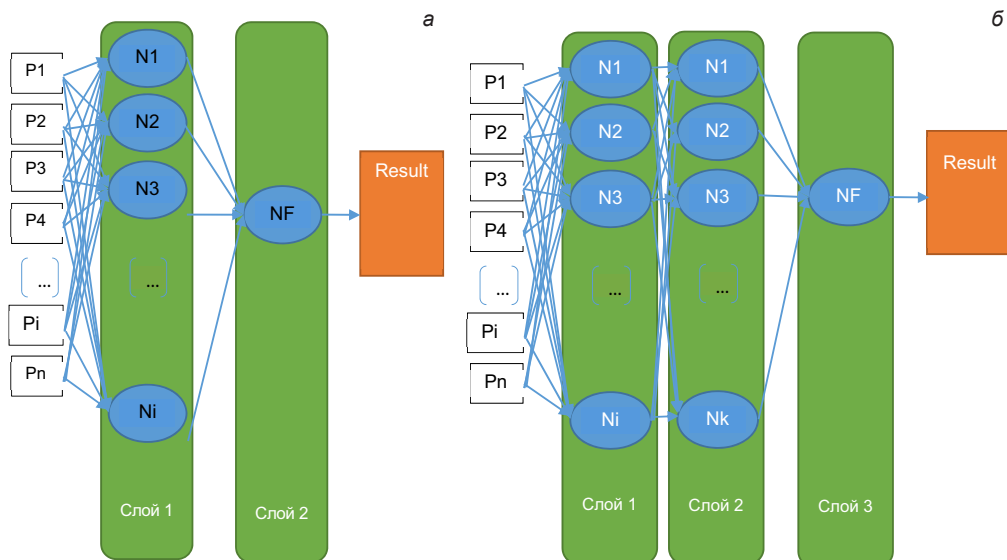


Рис. 1. Структурные схемы линейных нейронных сетей с прямой связью для дискриминации баз данных по двум группам: пациентов и контрольной, а) простейшая сеть прямого распространения; б) сеть прямого распространения с одним скрытым слоем нейронов.

Результаты исследований

В начале сравним и рассмотрим результаты исследования поведенческих параметров пациентов и контрольной группы, полученные стандартными средствами Excel и программой VibraStat (Минкин, 2019). На рисунке 2 представлены средние значения поведенческих параметров для пациентов и контрольной группы.

Максимальное различие в группах имеет поведенческий параметр Е7 (энергичность), среднее значение Е7 в контрольной группе превышает среднее значение Е7 в группе пациентов на 30%.

На рисунке 3 представлены среднеквадратические отклонения (СКО) поведенческих параметров групп пациентов (S1) и контрольной (S2).

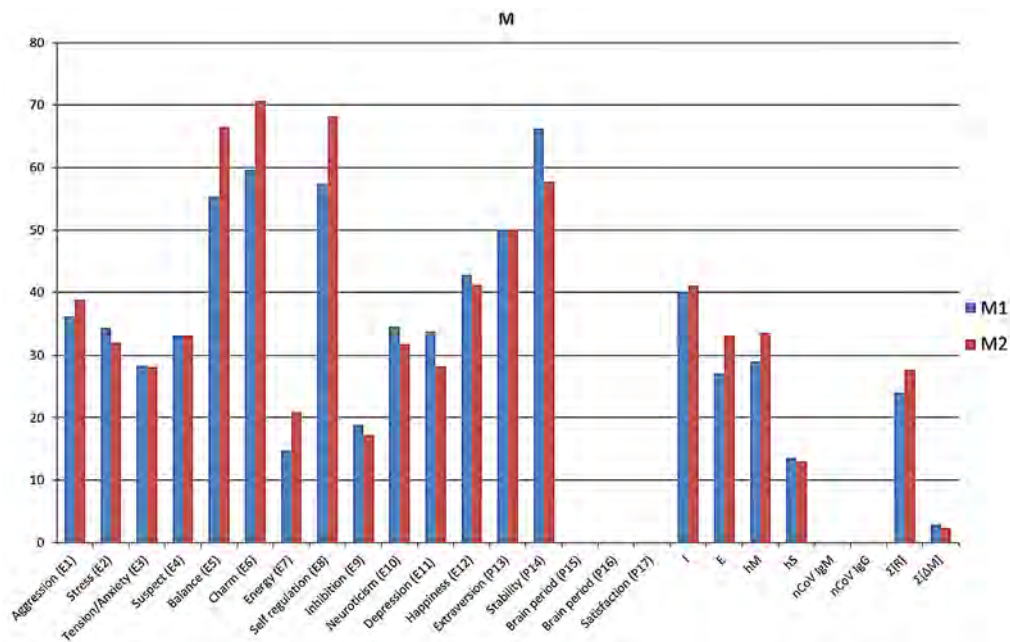


Рис. 2. Средние значения поведенческих параметров групп пациентов (M1) и контрольной (M2)

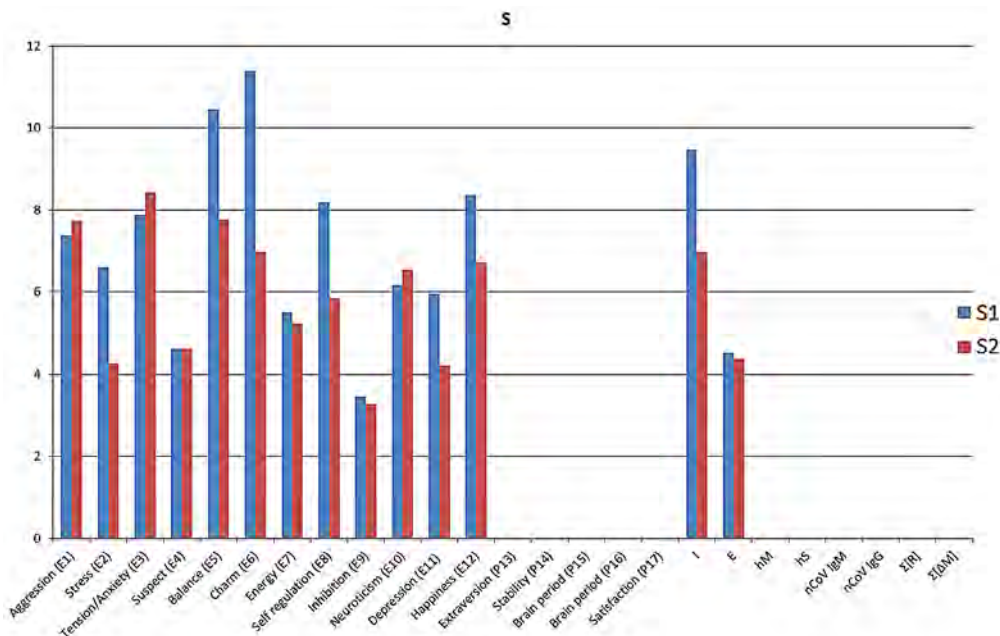


Рис. 3. Среднеквадратические отклонения (СКО) поведенческих параметров групп пациентов (S1) и контрольной (S2)

Различие более 30% в группах пациентов и контрольной имеют СКО шести поведенческих параметров: E2 (Стресс), E5 (Уравновешенность), E6 (Харизматичность), E8 (Саморегуляция), E11 (Депрессия) и I (Информационная эффективность).

На рисунке 4 представлено среднеквадратическое отклонение (СКО) поведенческих параметров групп пациентов (V1) и контрольной (V2).

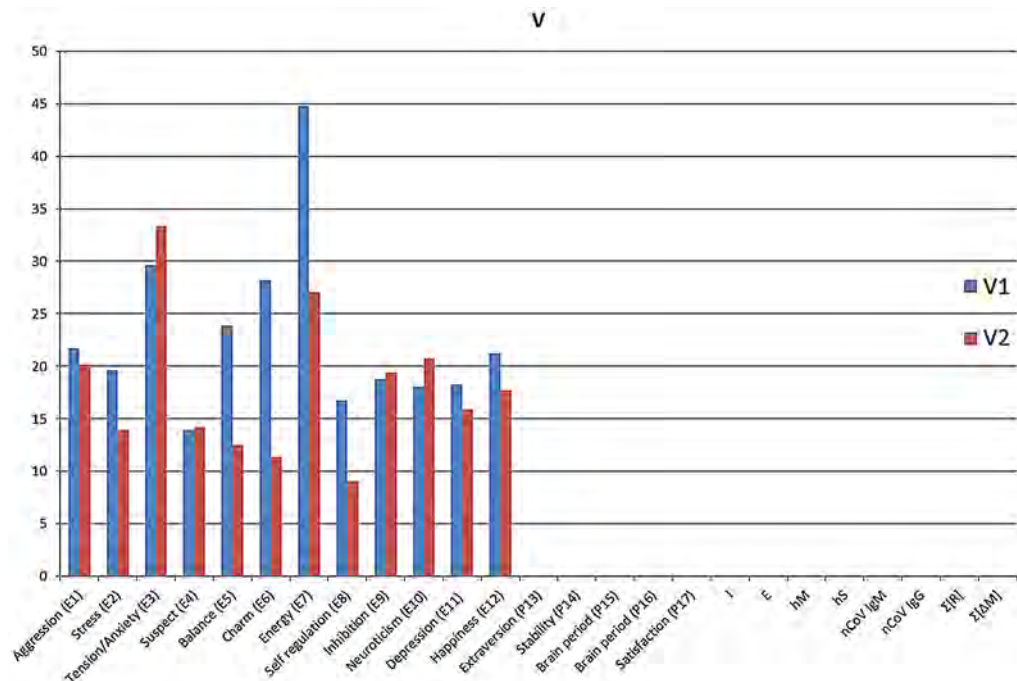


Рис. 4. Вариабельность (V) поведенческих параметров групп пациентов (V1) и контрольной (V2)

Различие более 30% в группах пациентов и контрольной имеют Вариабельность пяти поведенческих параметров: E2 (Стресс), E5 (Уравновешенность), E6 (Харизматичность), E7 (энергичность), E8 (Саморегуляция), причем вариабельность параметра Харизматичность различается более, чем в 2 раза.

В таблице 1 представлены результаты 12 различных экспериментов по определению зависимости количества ошибок при разбраковке результатов в группах пациентов и контрольной от структуры нейронной сети и количества входных поведенческих параметров, подаваемых на входной слой нейронов.

Результаты, приведенные в таблице 1, показывают, что количество ошибок разбраковки данных является сложной функцией, определяемой совокупностью настроек, и напрямую не может быть уменьшено путем увеличения входных нейронов или входных параметров.

Таблица 1

Зависимость количества ошибок при разбраковке результатов в группах пациентов и контрольной от структуры нейронной сети и количества входных поведенческих параметров, подаваемых на входной слой нейронов

N	Структура ИНС	Количество входных величин	Время — Точность/Ошибки	Примечание
1	5 × 1	36 (P12 × 3)	1 мин — 491/566 5 мин — 496/566 10 мин — 497/566 69	Исходно-новая сеть
2	10 × 1	87 (A1F-P4)	1 мин — 553/566 5 мин — 553/566 10 мин — 553/566 13	Исходно-новая сеть
3	10 × 1	40 (T10 + IE + A2 + A3 + + Sat + S(R))	1 мин — 558/566 5 мин — 559/566 10 мин — 559/566 7	Исходно-новая сеть Тест с нормализацией входных данных
4	18 × 1	36 (P12 × 3)	1 мин — 549/566 5 мин — 549/566 10 мин — 549/566 17	Исходно-новая сеть
5	30 × 1	30 (P10 × 3)	1 мин — 553/566 5 мин — 554/566 10 мин — 554/566 12	Исходно-новая сеть
6	36 × 1	36 (P12 × 3)	1 мин — 553/566 5 мин — 553/566 10 мин — 554/566 12	Исходно-новая сеть
7	38 × 1	38 (P12 + IE)	1 мин — 554/566 5 мин — 554/566 10 мин — 554/566 12	Исходно-новая сеть
8	72 × 1	36 (P12 × 3)	1 мин — 279/566 5 мин — 279/566 10 мин — 279/566 287	Исходно-новая сеть
9	40 × 20 × 1	12СКО	1 мин — 536/566 5 мин — 552/566 10 мин — 554/556 12	Исходно-обученный файл по 26 М + СКО
10	40 × 20 × 1	12V Остальные 0.	1 мин — 554/566 5 мин — 557/566 10 мин — 557/566 9	Исходно-обученный файл по 26 М + СКО
11	40 × 20 × 1	12M Остальные 0.	1 мин — 547/566 5 мин — 560/566 10 мин — 560/566 6	Исходно-обученный файл по 26 М + СКО
12	40 × 20 × 1	40 (T10 + IE + A2 + A3 + + Sat + S(R))	1 мин — 552/566 5 мин — 566/566 10 мин — 566/566 0!	Исходно-новая сеть

В таблице 2 приведена значимость поведенческих параметров, полученная для первого слоя нейронов структуры 12 (таблица 1). Выделенная цветом строка показывает максимальные веса коэффициентов значимости, они не сильно различаются для всех приведенных поведенческих параметров.

Таблица 2

Значимость входных коэффициентов поведенческих параметров для первого слоя нейронов структуры 12. Выделенная цветом строка показывает максимальные веса коэффициентов значимости

		Aggression (P7)/M	Aggression (P7)/S	Aggression (P7)/V	Stress (P6)/M	Stress (P6)/S	Stress (P6)/V	Tension/Anxiety (F5X)/M	Tension/Anxiety (F5X)/S	Tension/Anxiety (F5X)/V	Suspect (P19)/M
max(w)		319	123	352	404	132	331	270	115	470	209
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Suspect (P19)/S	Suspect (P19)/V	Balance (P16)/M	Balance (P16)/S	Balance (P16)/V	Charm (P17)/M	Charm (P17)/S	Charm (P17)/V	Energy (P8)/M	Energy (P8)/S
max(w)		101	289	501	220	271	750	270	438	204	139
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Energy (P8)/V	Self regulation (P18)/M	Self regulation (P18)/S	Self regulation (P18)/V	Inhibition (F6)/M	Inhibition (F6)/S	Inhibition (F6)/V	Neuroticism (F9)/M	Neuroticism (F9)/S	Neuroticism (F9)/V
max(w)		616	424	99	144	363	40	268	548	102	297
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		A2/M	A2/S	A2/V	A3/M	A3/S	A3/V	I	E	sat	refCor
max(w)		272	303	9	130	363	22	454	359	546	350
		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

Относительно небольшой разброс значимости (200–500) большинства поведенческих параметров при разбраковке данных объясним принципом минимальной корреляции, используемой для вычисления поведенческих параметров в технологии виброизображения (Минкин, 2020). Минимальную значимость имеет небольшое количество параметров, в том числе вариабельности A_2 и A_3 (значимость 9 и 22), которые могут быть заменены на более информативные в дальнейших исследованиях.

Обсуждение полученных результатов

Представленные в таблице 1 результаты по одинаковым настройкам линейной ИНС с увеличением первой линии нейронов (структуры 1 (5×1); 4 (18×1); 6 (36×1); 8 (72×1)) показывают, что количество ошибок разбраковки существенно уменьшается (с 69 до 12) только до момента превышения количества входных нейронов над количеством входных параметров. Значительное превышение числа входных нейронов (72 на 36 для структуры 8) приводит к резкому увеличению ошибок разбраковки с 12 до 287.

Увеличение количества входных поведенческих параметров (сравним структуры сетей 2 и 3) само по себе не приводит к увеличению точности разбраковки для одной структуры ИНС: с количеством входных параметров 87 количество ошибок равно 13, уменьшение количества входных параметров до 40 приводит к уменьшению ошибок до 7.

Представленные в таблице 1 результаты для простой линейной сети всего с двумя слоями нейронов (входной и выходной слой, структуры 1–8) показывают достаточно высокую информативность входных поведенческих параметров для разбраковки групп данных и, следовательно, диагностики COVID-19, так как в наилучшем варианте структуры 3 дают точность разбраковки близкую к 99% при дополнительной нормализации входных параметров.

Предварительное длительное обучение НС (более 24 часов) с неполными данными (варианты структур сети 9–11) уступает в точности оптимизированному быстрому обучению варианта структуры 12, в котором ошибка разбраковки данных снижена до нуля.

Конечно, приведенные результаты разбраковки данных, скорее всего, могут быть еще более оптимизированы при увеличении баз данных пациентов и контрольной группы, так как невозможно дальнейшее улучшение алгоритма разбраковки при достижении ошибки равной 0 в последнем 12 варианте структуры НС и оптимизированном потоке входных поведенческих параметров.

Данные с первого слоя ИНС (таблица 2) можно условно считать реальной значимостью входных параметров, так как их значимость может измениться на скрытом слое структуры 12. Однако не приходится ожидать существенного изменения значимости для такой простой структуры ИНС, которая использовалась в этом исследовании.

Статистическая обработка результатов исследований поведенческих параметров групп пациентов и контрольной, представленные на рисунках 2–4, также

показывают высокую информативность поведенческих параметров для диагностики COVID-19. Имеются существенные различия в средних значениях поведенческих параметров (6 параметров: E5; E6; E7; E8; P14; E отличаются более, чем на 6% между группами), а порог в 6% был установлен ранее как определенный предел точности измеряемых параметров виброизображения (Минкин, 2019). СКО и вариабельность (рис. 3 и 4) поведенческих параметров оказались даже более информативными для стандартной статистической разбраковки исследуемых групп данных, так как различия в группах 6 параметров СКО и 5 параметров вариабельности превысили значение 30%, причем вариабельность параметра E6 различается в группах пациентов и контрольной более чем в 2 раза.

Большая часть этой статьи посвящена обработке математических данных, но за каждой цифрой поведенческих параметров, определяемых технологией виброизображения, стоит объективная симптоматика заболевания. Множественные симптомы COVID-19 (Struyf et al., 2020) находят безусловное подтверждение в поведенческих реакциях человека (увеличение уровней стресса, депрессии и невротизма при уменьшении энергичности, уравновешенности, саморегуляции и информационной эффективности) и в значительной временной нестабильности поведенческих параметров. Указанные изменения поведенческих параметров позволяют диагностировать COVID-19 при анализе рефлексных движений головы за счет вестибулярно-эмоционального рефлекса. Высокая диагностическая информативность поведенческих параметров человека позволяет осуществлять разбраковку данных на относительно простых структурах ИНС, а значит и проводить диагностику COVID-19 на простых пользовательских устройствах, персональных компьютерах и мобильных телефонах.

В будущих исследованиях необходимо значительное увеличение размера баз данных пациентов и контрольной группы для переноса полученной точности на произвольную выборку испытуемых. Полученная нулевая ошибка и, соответственно, 100% точность, чувствительность и специфичность при разбраковке данных в приведенных структурах ИНС, скорее всего, несколько изменится при значительном увеличении баз данных. Однако нам представляется достаточно перспективным предлагаемый метод диагностики COVID-19 при контроле поведенческих параметров с помощью технологии виброизображения, так как ожидаемое падение точности при увеличении базы данных может быть скомпенсировано увеличением точности при усложнении структуры ИНС и увеличении входных поведенческих параметров. Кроме того, можно предположить, что предлагаемый метод может быть универсальным для диагностики многих, если не любых, заболеваний. Переход от биохимических тестирований к контролю информативных рефлексных движений и поведенческих параметров аналогичен переходу к зеленой энергетике по сравнению с топливной, так как он абсолютно экологичен и не требует значительных затрат.

Отдельного рассмотрения заслуживают работы по исследованию эффективности вакцинации от COVID-19 с помощью разработанной технологии диагностики COVID-19 на основе поведенческих параметров, измеряемых технологией виброизображения. Полученные нами предварительные результаты у нескольких человек показывают появление поведенческих признаков COVID-19 уже через 3 суток после первой прививки Спутник V (Logunov et al., 2021), когда никакие

биохимические методы не показывают значимых биохимических изменений в организме человека. На наш взгляд, это свидетельствует о высочайшей чувствительности рефлексных микродвижений головы человека и вестибулярно-эмоционального рефлекса к любым патологическим процессам и незначительному изменению физиологического состояния. Совокупность измеряемых ИИ поведенческих параметров может оказаться более информативной, чем традиционные медицинские и биохимические методы диагностики.

Так же отдельное рассмотрение необходимо для пост ковидных процессов реабилитации организма, так как полученные с помощью диагностики поведенческих параметров результаты позволяют видеть поведенческий след от COVID-19 спустя полгода и более после перенесения заболевания. Предлагаемый в данной публикации метод диагностики COVID-19 может являться эффективным средством контроля реабилитационных постковидных процессов.

Заключение

Проведенные исследования показали существенную значимость большинства поведенческих параметров, измеряемых технологией виброизображения, для диагностики COVID-19. Проведенные исследования различных структур ИНС позволили оптимизировать набор входных поведенческих параметров и минимизировать ошибку до нуля при разбраковке баз данных пациентов с подтвержденным диагнозом COVID-19 относительно имеющейся контрольной группы данных.

Поставленную цель выявления значимых поведенческих параметров при диагностике COVID-19 можно считать достигнутой, так как 38 из 40 используемых поведенческих параметров показали приемлемую значимость при разбраковке баз данных с помощью синтезированных структур ИНС. Также выполнены задачи оптимизации ИНС для разбраковки баз данных групп пациентов и контрольной группы, и достигнута 100% точность диагностики COVID-19 по имеющимся результатам 536 измерений.

Полученные результаты позволяют использовать разработанную методику не только для диагностики COVID-19, но и для контроля эффективности процессов вакцинации от COVID-19 и пост-ковидной реабилитации пациентов.

Литература:

1. Бланк, М. А и др. (2012) Способ скрининг диагностики рака простаты. Пат. RU2515149, МПК A61B 5/11. ООО «МП «Элсис». Заявл. 06.02.2012; Оpubл. 10.05.2014, Бюл. № 13.
2. Бураков, М. В. (2013) Нейронные сети и нейроконтроллеры: учеб. Пособие. СПб.: ГУАП, 284 с.: ил. ISBN 978-5-8088-0812-6.
3. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: РенOME, 108 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>
4. 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>

5. Минкин, В. А. (2020) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
6. Минкин В. А., Бобров А. Ф. (2020) Диагностика здоровья по оценке десинхронизации сигналов физиологических систем. Первые результаты практического применения программы HealthTest, Труды 3-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения: 25–26 июня 2020 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 121–130. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.14.VC3.RU>
7. Новосельцев, В. Н. (1978) Теория управления и биосистемы. М.: Наука.
8. Barker-Davies, et al. (2020) The Stanford Hall consensus statement for postCOVID-19 rehabilitation, Br J Sports Med 2020;54:949–959. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102596>
9. Erdem, E., Aydın, T. (2020) COVID-19 Detection in Chest X-ray Images Using Deep Learning, Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-65954/v1>
10. Goodfellow, I. et al. (2017) Deep Learning. Massachusetts Institute of Technology, ISBN 978-1-491-93799-0.
11. Haykin, S. (2008) Neural Networks and Learning Machines Third Edition, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey 07458.
12. Hussain, A. A. et al. (2020) AI Techniques for COVID-19, IEEE Access. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3007939>
13. Jimenez Solem, E. et al. (2021) Developing and Validating COVID-19 Adverse Outcome Risk Prediction Models from a Bi-national European Cohort of 5594 patients. Scientific Reports, (2021) 11:3246, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81844-x>
14. Jin, C. et al. (2020) Development and Evaluation of an Artificial Intelligence System for COVID-19 Diagnosis, Nature Communication, 2020, 11:5088 <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18685-1>
15. Laguarta, J. et al. (2020) COVID-19 Artificial Intelligence Diagnosis Using only Cough Recordings, IEEE Open Journal of Engineering in Medicine and Biology, September.
16. Logunov, et al. (2021) Safety and Efficacy of an rAd26 and rAd5 Vector-Based Heterologous Prime-Boost COVID-19 Vaccine: an Interim Analysis of a Randomised Controlled Phase 3 Trial in Russia, Published Online February 2, 2021. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00234-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00234-8)
17. 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>
18. 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, No. 10, pp. 590–603. <https://doi.org/10.4236/jbbs.2020.101203712>
19. Nesterov, Y. E. (1983) A Method of Solving Programing Problem with Convergence Rate $O(1/k^2)$. Доклады Акад. Наук СССР, том 269 (1983) No. 3, pp. 372–376.
20. Soares, F. et al. (2020) A Novel High Specificity COVID-19 Screening Method Based on Simple Blood Exams and Artificial Intelligence. <https://doi.org/10.1101/2020.04.10.20061036>
21. Struyf, T. et al. (2020) Signs and Symptoms to Determine if a Patient Presenting in Primary Care or Hospital Outpatient Settings has COVID-19 Disease, Cochrane Database of Systematic Reviews 2020, Issue 7, Art. No.: CD013665. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013665.21>
22. Wynants, L. et al. (2020) Prediction Models for Diagnosis and Prognosis of COVID-19: Systematic Review and Critical Appraisal, BMJ 2020; 369:m1328. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.m1328>

Поведенческие параметры как симптомы COVID-19. Новые возможности и старые проблемы медицинской диагностики

В. А. Минкин¹, А. А. Косенков²

¹ООО «Многопрофильное предприятие «Элсис», Санкт-Петербург, Россия,
minkin@elsys.ru

²Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр имени А. И. Бурназяна» ФМБА России, Москва, Россия

Аннотация: Рассмотрены применения системы измерения 40 поведенческих параметров человека на базе технологии виброизображения для медицины, в том числе: диагностика COVID-19, контроль эффективности вакцинации против COVID-19 и постковидная реабилитация. Приведены примеры обучения искусственных нейронных сетей (ИНС) в зависимости от поставленной задачи медицинской диагностики. Показана возможность диагностики COVID-19 на стадии начала и окончания заболевания с помощью поведенческих параметров. Приведен пример контроля эффективности вакцинации от COVID-19 по измеряемым поведенческим параметрам. Показана возможность объективного контроля постковидных изменений организма с помощью поведенческих параметров. Анализируются преимущества поведенческих характеристик над традиционными биохимическими и биофизическими методами анализа при медицинской диагностике и контроле за лечением заболеваний.

Ключевые слова: COVID-19, виброизображение, поведенческие параметры, биохимические анализы, медицинская диагностика, симптомы заболевания, биометрия, машинное обучение, ИНС, ИИ.

Behavioral Parameters as COVID-19 Signs. New Opportunities and Old Problems of Medical Diagnostics

Viktor A. Minkin¹, Alexander A. Kosenkov²

¹Elsys Corp, St. Petersburg, Russia, minkin@elsys.ru

²State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical and Biological Agency (SRC — FMBC) of Russia, Moscow, Russia

Abstract: Applications of measuring human behavioral parameters based on vibraimage technology for medicine is considered, including: diagnostics of COVID-19, monitoring the effectiveness of vaccination against COVID-19 and post-covid-19 rehabilitation. Variants of artificial neural networks (ANNs) training are given, depending on medical diagnostics tasks. The possibility of COVID-19 diagnosis at the stage of disease start and end using behavioral parameters has been shown. Monitoring of vaccination effectiveness against COVID-19 by measurable behavioral parameters is given. The possibility of post-covid-19 changes control using behavioral parameters has been shown. The analysis of behavioral characteristics advantages over traditional biochemical and biophysical methods in medical diagnosis and disease treatment monitoring is done.

Keywords: COVID-19, vibraimage, behavioral parameters, medical diagnostics, disease symptoms, biometrics, machine learning, ANN, AI.

Введение

Традиционно человечество противопоставляло материальное и духовное, вещество и энергию, считая эти понятия противоположными. С точки зрения современной физики, математики и информационной теории разница между этими понятиями не столь велика, у любого объекта могут быть материальные, энергетические и информационные характеристики. Основатель кибернетики Норберт Винер в 1948 году утверждал, что «информация есть информация, а не материя и не энергия. Тот материализм, который не признает этого, не может быть жизнеспособным в настоящее время.» (Wiener, 1948). К сожалению, то что было сказано почти 100 лет назад может быть повторено сейчас с еще большей актуальностью. Современная медицина в настоящее время полностью сконцентрирована на материальном (а не информационном) подходе к болезни, диагностике и методам лечения. Слабые попытки представить цифровую медицину как беспристрастную науку, равноправно использующие данные биофизических, биохимических и поведенческих характеристик, только подчеркивают это неравенство (Alber et al., 2019). Большинство достижений и провалов в современной медицине основаны на получении материальных данных биохимических или биофизических анализов, в том числе при диагностике COVID-19 (Zhang et al., 2020; Laguarta et al., 2020; Soares et al. 2020; Erdem & Aydin, 2020; Hussain et al., 2020; Jin et al., 2020; Wynants et al., 2020; Struyf et al., 2020; Jimenez-Solem et al., 2021). В то время как измеряемые поведенческие параметры человека, практически, полностью игнорируются современной медициной, хотя они являются основой диагностики любого заболевания, первый классический вопрос врача пациенту — на что жалуетесь? Редко кто из пациентов жалуется на биохимические анализы (уровень сахара, холестерина и т.д.). Биохимические изменения в организме неразрывно связаны с поведенческими характеристики, например усталость, головная боль, тошнота, кашель — так называемые симптомы заболевания. Симптомы — это те же поведенческие параметры, которые имеют отклонения от нормы, если норма правильно определена, а поведенческие параметры измерены физическим методом. Именно такой способ измерения поведенческих параметров предлагает технология виброизображения, определяя различные психофизиологические параметры при измерении рефлексных микродвижений головы. Вестибулярная система человека автономно поддерживает голову в вертикальном состоянии с помощью постоянного сокращения шейных мышц, а любые патологические процессы вносят изменения в работу вестибулярной системы (Бланк и др., 2012). Это явление получило название вестибулярно-эмоциональный рефлекс (Minkin&Nikolaenko, 2008; Минкин, 2020), так как эмоциональные состояния так же влияют на параметры микродвижений головы, например агрессивное состояние увеличивает частоту рефлексных микродвижений (Lorenz, 1963).

Человек всегда находится под действием множества различных внешних факторов (физических, химических, биологических, эмоциональных, информационных и других), которые выводят или не выводят физиологические системы человека из равновесного состояния. Функционирование физиологических систем основано на множестве обратных связей, регуляция равновесия (биологического, физического, химического) в организме обеспечивается в различной терминологии

гомеостазом (Cannon, 1932), аллостазом (McEwen, 2000), гомеокинезом (Halberg, 1969; Минкин&Бланк, 2019; 2021) или интероцепцией (Черниговский, 1985; Petzschnner et al., 2021) в зависимости от выбора модели достижения равновесия. Упрощенная модель регулирования равновесного состояния изображена во множестве публикаций, от учебников до научных статей, по моделированию физиологических процессов (Selye, 2013; Новосельцев, 1978; McEwen, 2000). Мы не считаем необходимым усложнять структурную схему воздействий на человека, потому что именно детальность представления физиологических процессов, на мой взгляд, мешает понять общие принципы состояния здоровья или болезни. Внешние воздействия приводят к изменениям внутри организма. Насколько вызванные изменения являются обратимыми определяют защитные механизмы организма (иммунитет) и правильность лечения, что тоже является внешним воздействием. На рисунке 1 приведена обобщенная структурная схема материального и информационного воздействия на человека в процессе лечения произвольного заболевания. Биометрические стандарты (ГОСТ ISO/IEC 2382-37-2016) разделяют все измеряемые характеристики человека на биологические (материальные) и поведенческие (информационные), поэтому в дальнейшем мы будем придерживаться данной стандартизированной терминологии, в том числе и для медицинской диагностики, так как медицинские методы исследования и анализы, лежащие в основе медицинской диагностики, следует считать отдельной областью получения биометрических характеристик человека.

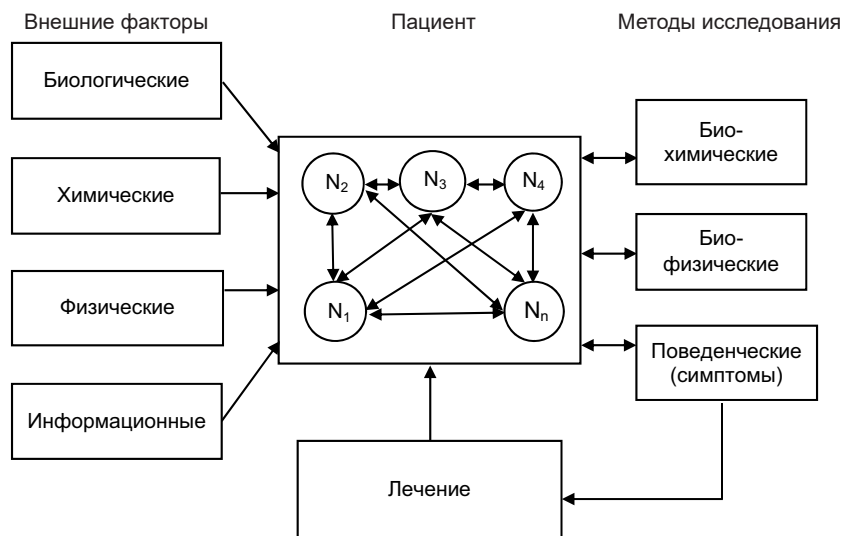


Рис. 1. Обобщенная структурная схема материального и информационного воздействия на человека в процессе лечения произвольного заболевания.

N_1-N_n — физиологические системы и различные уровни обмена управляющими сигналами в организме человека

На рисунке 1 пациент представлен в виде ряда физиологических систем и блоков обмена управляющими сигналами, причем каждый элемент такой схемы имеет двустороннюю связь с любым другим элементом системы. Из приведенной схемы

следует, что любое изменение в произвольном блоке приводит к определенным изменениям во всех других элементах системы. Следовательно, любое заболевание накладывает свой неповторимый отпечаток на функционирование каждой физиологической системы и контроль работы, например, вестибулярной системы, является достаточным для диагностики произвольного заболевания.

Целью данной работы является сравнение различных методов анализа медицинских (материальных и информационных) данных во время заболевания и исследование возможности использования поведенческих параметров для медицинской диагностики в начале заболевания, процессе лечения, реабилитации после лечения и оценки эффективности вакцинирования на примере диагностики COVID-19 технологией виброизображения с использованием обучаемых ИНС.

Материалы и метод

Методом измерения 40 поведенческих параметров является технология виброизображения (Минкин, 2007; 2020; Акимов&Минкин, 2021), используемая, в том числе, для медицинской диагностики (Бланк и др. 2012; Минкин&Бобров; 2020) наиболее эффективно с применением обучаемых ИНС (Бобров и др., 2020; Minkin et al., 2020; Акимов&Минкин, 2021). Для получения информации о микродвижениях головы человека телевизионная веб камера Microsoft LifeCam Studio располагалась в 1 метре от пациента, сидящего напротив вебкамеры в течение 3 минут. Камера подключена к компьютеру с процессором Intel Core i7, на котором установлена программа VibraНТ, определяющая поведенческие параметры и характеристики здоровья, анализируя микродвижения головы человека с помощью предварительно обученной ИНС. Измерение поведенческих параметров у пациентов проводилось в различные периоды течения заболевания COVID-19, условно разделяемые на 4 этапа, отображенные в таблице 1, аналогично представленной Гансом Селье реакции на стрессовый фактор (Selye, 2013).

Таблица 1

Различные периоды болезни COVID-19 у пациентов, разделяемые на 4 этапа при формировании базы данных поведенческих параметров

Стадия заболевания	Инкубационный период, дни	Активная фаза заболевания, дни	Процесс выздоровления, дни	Процесс реабилитации, месяц
Длительность, дни (месяцы)	1–7	14–30	7–30	1–6

Всего было проведено 331 измерение поведенческих параметров пациентов, находящихся на разных стадиях заболевания COVID-19, и проведено обучение ИНС с использованием 331 измерения поведенческих параметров участников контрольной (референтной) группы. Аналогично результатам измерений группы пациентов было проведено 331 измерение поведенческих параметров в контрольной группе с подтвержденным отсутствием заболевания COVID-19. На момент написания статьи в базе данных было 662 результата измерения поведенческих параметров (331 результат в группе пациентов и 331 результат в контрольной группе). Для

исследования поведенческих параметров, свойственных определенной стадии заболевания, было проведено дополнительное обучение ИНС на результатах измерений, взятых для отдельных стадий заболевания COVID-19.

Представим как работает предлагаемый метод на условном примере. Пациент приходит к врачу и жалуется на 2481 причину (параметр) своего плохого самочувствия. Врач говорит: «хорошо, сейчас я Вас осматрю». И за одну минуту количественно определяет каждый из 2481 параметра, сравнивая их с имеющимися у него нормами различных заболеваний. Именно так работает обученная ИНС (Акимов&Минкин, 2021) при непрерывном (5 отсчетов каждого параметра в секунду) измерении 40 поведенческих параметров за одну минуту. Файлы расчета ИНС для выявления COVID-19 и диагностики постковидных симптомов приведены в приложении к данной статье.

Диагностика COVID-19 по поведенческим параметрам

Принципы диагностики начала заболевания COVID-19 с помощью поведенческих параметров, с использованием которых была разработана искусственная нейронная сеть (ИНС) для диагностики COVID-19, были описаны ранее в работах (Minkin et al., 2020; Акимов&Минкин, 2021). Одним из не менее важных вопросов чем ранняя диагностика заболевания является вопрос, на который в настоящее время также нет однозначного ответа — когда конкретный пациент, перенесший COVID-19, перестает быть заразным для окружающих (Prakash, 2020)? Наличие отрицательного результата ПЦР теста вряд ли свидетельствует о том, что пациент не заразен, скорее всего это говорит о переходе заболевания в завершающую фазу (Chan et al., 2020). Наличие повышенного уровня антител IgM тоже не может являться свидетельством продолжения инфекции, так как выработка антител происходит с определенной инерционностью, а разница во времени между получением отрицательного теста ПЦР и отрицательного результата теста IgM при COVID-19 может составлять несколько месяцев (Arevalo-Rodriguez et al., 2020; Liu et al., 2020; Sheikhzadeh et al., 2020). Поэтому в большинстве случаев решение о выписке пациента принимается врачом, исходя из индивидуальной информации, в каждом конкретном случае. Рассмотрим на конкретном случае (1) насколько объективно может быть принято решение обученной ИНС о сроке окончания заболевания COVID-19 при наличии регулярных измерений поведенческих параметров программой VibraHT (Минкин&Бобров, 2020; Minkin et al., 2020) у пациента 1 (мужчина 41 год, отрицательный ПЦР тест получен 15 февраля 2021, спустя 18 дней после появления симптомов COVID-19 и получения положительного ПЦР теста. Последний положительный ПЦР тест был получен 8 февраля, нормальная температура 36,4–36,5°C — с 10 февраля, выписка врачом — с 20 февраля).

При занесении данных поведенческих параметров данного пациента ИИ определил данные поведенческих параметров, полученные 15, 16, 17 февраля, как болезнь, а 18 и 19 февраля как отсутствие COVID-19, т.е. достаточно близко к врачебной выписке. Отметим, что программа диагностики COVID-19 определяла пациента больным и, вероятно, способным заражать окружающих в течение трех дней после отрицательного теста ПЦР. Данные измерений пациента 1 при окончании заболевания COVID-19 приведены в таблице 2.

Таблица 2

Данные диагностики COVID-19 при выздоровлении пациента (случай 1). Страница HealthTest программы VibraHT. $\Sigma[R]$ — суммарная корреляция между поведенческими параметрами. $\Sigma[\Delta M]$ — соответствие поведенческих параметров общему шаблону. В круглых скобках указаны статистические нормы на поведенческие параметры. Вероятность COVID-19 определяет ИНС по 40 входным поведенческим параметрам

Дата	$\Sigma[R]$, (норма >20,0)	$\Sigma[\Delta M]$, (норма <4,0)	Поведенческая вероятность COVID-19, (норма <50)	T, °C (норма <37,0)
2021-02-16 11_08_14_M	49,00	2,59	100,00	36,6
2021-02-17 10_23_46_M	60,35	2,47	100,00	36,6
2021-02-18 10_13_43_M	33,49	1,80	0,00	36,4
2021-02-19 09_49_47_M	33,93	1,53	0,00	36,4

Показанный резкий переход от 100% вероятности заболевания COVID-19 в таблице 2, полученный 17 февраля, к нулевой вероятности, полученной 18 февраля, определяется, скорее всего, недостаточным размером базы при обучении ИНС. При большем размере обучаемой выборки переход от болезни к выздоровлению обязан быть более плавным.

Не следует считать, что ИНС и ИИ можно обучить любому результату, формируя базу данных пациентов и контроля по своему собственному усмотрению. Предпринятая попытка сформировать базу данных измерений поведенческих параметров данного пациента (1) по формальному моменту выписки пациента с 20 февраля неизбежно давала 2 лишние ложноположительные ошибки по результатам измерений 18 и 19 февраля. В случае формирования базы по моменту отрицательного теста ПЦР неизбежно возникали 2 дополнительные ложноотрицательные ошибки по результатам замеров 16 и 17 февраля. Таким образом, минимизация ошибок ИНС при анализе уже обученной базы показывает более точное окончание заболевания, чем традиционные биохимические методы анализа, например результат ПЦР теста.

Контроль поведенческих параметров пациента после вакцинации от COVID-19 вакциной Спутник V

Мы не случайно привели в первой части работы таблицу 1 с различными стадиями заболевания. Обучение ИНС по результатам измерений, сделанных в определенной стадии заболевания, позволяет сделать программу диагностики более чувствительной к выбранной стадии заболевания, так как симптоматика, а значит и поведенческие параметры, заметно изменяются на различных стадиях заболевания. Например, проведенный нами контроль поведенческих параметров пациента 2 (женщина 39 лет, первая прививка вакциной Спутник V сделана 12 февраля 2021) после первой прививки вакциной Спутник V, проведенный общей программой диагностики COVID-19, обученной на полной базе измерений (стадия 1–3, 662 результатов измерений)

показал изменение поведенческих, но не показал выявления признаков COVID-19 у пациента, прошедшего вакцинацию, что в общем-то и ожидалось. Однако исследование пациента обученной ИНС на укороченной базе без стадии 3 (520 измерений) показало принципиально другой результат, приведенный в таблице 3.

Таблица 3

Данные измерений поведенческих параметров при вакцинации пациента (случай 2) вакциной Спутник V. $\Sigma[R]$ — суммарная корреляция между поведенческими параметрами. $\Sigma[\Delta M]$ — соответствие поведенческих параметров общему шаблону. В круглых скобках указаны статистические нормы на поведенческие параметры. Вероятность COVID-19 определяет ИНС по 40 входным поведенческим параметрам

Дата	$\Sigma[R]$, (норма >20,0)	$\Sigma[\Delta M]$, (норма <4,0)	Поведенческая вероятность COVID-19, (норма <50)	T, °C (норма <37,0)
2021-02-12 15_52_02_M	20,69	1,29	0,00	36,6
2021-02-13 10_43_16_M	21,69	1,89	0,00	36,6
2021-02-15 10_52_50_M	24,08	1,27	99,94	36,4
2021-02-16 13_52_15_M	24,11	2,13	99,99	36,4
2021-02-17 15_02_17_M	20,97	2,59	100,00	37,5
2021-02-18 14_55_56_M	19,78	1,44	0,00	36,8
2021-02-19 13_57_41_M	13,20	1,55	0,00	36,6
2021-02-20 11_36_49_M	13,63	1,61	0,00	37,8
2021-02-21 14_35_26_M	16,12	1,36	0,00	36,6
2021-02-22 17_06_21_M	22,79	1,01	0,00	36,4
2021-02-24 15_14_03_M	28,53	2,43	0,00	36,5

Приведенные в таблице 3 результаты показывают, что у вакцинированного пациента (2) появились поведенческие симптомы COVID-19 на третий день после прививки, причем эти симптомы продержались 3 дня. Затем появились проблемы общего ухудшения физиологического состояния длительностью 4 дня. Нормальное психофизиологическое состояние пациента восстановилось на 8-й день после первой прививки Спутник V по данным измерений поведенческих параметров. Температура тела пациента изменялась не столь информативно и по ней сложно оценивать изменение состояния пациента.

Реабилитация после заболевания. Проблемы реабилитации постковидных пациентов

Одним из направлений современной медицины является реабилитация пациентов после перенесенного тяжелого заболевания, например инфаркта или инсульта. Пандемия COVID-19 выявила широкий спектр последствий у пациентов после перенесенного заболевания (Barker-Davies et al., 2020), который оказался достаточно неожиданным для специалистов. Медики традиционно используют биохимические и биофизические методы анализа для контроля постковидных изменений, однако в настоящий момент отсутствует понимание закономерностей общих постковидных симптомов (Barker-Davies et al., 2020; Kabi et al., 2020). По моему предположению, это связано с тем, что биофизические и биохимические методы анализа организма направлены на выявление локальных признаков и ориентированы на выявление определенной физической величины или биохимического показателя. В то время как контроль поведенческих параметров позволяет оценить совокупность многих параметров и характеризовать психофизиологическое состояние в целом. Рассмотрим случай 3 (пациент женщина 63 года, перенесла COVID-19 в июле 2020 года), при этом, спустя почти полгода пациент не пришла в норму после заболевания и жалуется на множественные постковидные симптомы, в том числе, быструю утомляемость, головокружение, боли в сердце, мышцах и суставах. Тестирование пациента программой, обученной по полной базе, не показало признаков COVID-19, в то время как тестирование пациента программой с исключенными данными первой и частично второй стадии заболевания показало устойчивую симптоматику COVID-19 (таблица 4).

Таблица 4

Данные измерений поведенческих параметров при постковидной реабилитации пациента (случай 3). $\Sigma[R]$ — суммарная корреляция между поведенческими параметрами. $\Sigma[\Delta M]$ — соответствие поведенческих параметров общему шаблону. В круглых скобках указаны статистические нормы на поведенческие параметры. Вероятность COVID-19 определяет ИНС по 40 входным поведенческим параметрам

Дата	$\Sigma[R]$, (норма >20,0)	$\Sigma[\Delta M]$, (норма <4,0)	Поведенческая вероятность COVID-19, (норма <50)	T, °C (норма <37,0)
2020–12–24 10_45_03_M	24,37	4,09	99,77	36,6
2020–12–24 10_39_53_M	20,94	4,00	99,99	36,6

Обратим внимание, что результаты измерений поведенческих параметров, сделанные с перерывом в несколько минут, показывают достаточно близкие результаты, что подчеркивает относительную стабильность постковидного состояния. Кроме того, приведу для этого случая расширенную таблицу поведенческих параметров, измеряемых программой VibraHT и отображенную на рисунке 2.

Рис. 2. Типичная картина поведенческих параметров для постковидного пациента.
Страница Measurement программы VibriANT

Обратим особое внимание на частотную диаграмму (Frequency Histogram) рисунка 2. Такой ассиметричный вид распределения с низкочастотным максимумом и расширенной правой частью частотного распределения является достаточно характерным для пациентов с ковидом и постковидными нарушениями. Стандартным для нормального психофизиологического состояния является нормальное распределение Гаусса для частоты вибраций (Минкин, 2020).

Обсуждение результатов и дискуссия

Приведенные в данной статье результаты применения поведенческих параметров для медицинской диагностики показывают, что поведенческие параметры являются более информативными для диагностики тяжелых заболеваний, чем традиционно используемые биохимические или биофизические анализы. Это относительно парадоксальное заявление имеет логическое обоснование. Поведенческие характеристики человека определяются совокупностью биофизических и биохимических процессов, происходящих в организме человека. Каждый конкретный биохимический или биофизический анализ определяет с некоторой точностью только один компонент из общего психофизиологического состояния человека, пусть даже очень важный для диагностики заболевания, например концентрацию вирусов COVID-19 при ПЦР анализе. Однако, организм человека является чрезвычайно сложной системой (Tamar, 1972; Новосельцев, 1979; McEwen, 2000; Cacioppo et al., 2007) с множеством обратных связей, определяющих иммунные и другие возможности организма бороться с любой инфекцией (изменением биологического равновесия) или патологией. Потому попытки диагностики и контроля заболевания по отдельно взятым точечным значениям материальных параметров уступают в информативности контролю поведенческих параметров, охватывающих взаимодействие всех физиологических систем и обменных процессов человека. Современные информационные технологии, заточенные на обработке больших данных, более подходят для диагностики сложных заболеваний, так как каждый человек является непосредственным носителем огромного количества информационных и энергетических связей и зависимостей. Количество физиологических и информационных процессов, протекающих в организме человека каждую секунду превышает мощности современных процессоров, и обработка точечной информации, которую могут дать биохимические и биофизические анализы, не может дать точную информацию о норме и патологии в случае сложных заболеваний. Именно этим и объясняется то, что спустя более года от начала пандемии все медицинское сообщество не может дать однозначного ответа на многие вопросы, связанные с COVID-19 (Weston&Frieman, 2020; Maggi et al., 2020). В настоящее время невозможно уверенно предсказать устойчивость конкретного человека к инфицированию COVID-19 (Verity et al., 2020), тяжести последствия заболевания для конкретного человека, определить средства реабилитации после заболевания COVID-19. Те статистические данные (Verity et al., 2020; Wu et al., 2020), которые получены по факторам риска тяжести заболевания COVID-19 (пол, вес, хронические заболевания), также не могут быть отнесены к биофизическим или биохимическим результатам анализов и это вряд ли случайное совпадение.

Прогресс современной науки и техники не случайно связан с обработкой и передачей больших массивов данных, но почему-то в сознании общества обработка больших массивов данных связана, прежде всего, с получением информации от множества людей или других информационных объектов. В то время как в каждом человеке постоянно происходит обработка и передача огромных массивов данных, и именно на этом принципе построена технология виброизображения, ежесекундно обрабатывающая более 30 Мб информации (а за 3 минуты измерения это 5,4 Gb информации) и преобразующая этот огромный поток данных в ограниченное количество (на данный момент 40) поведенческих параметров. Затем ИИ, заложенный в программу VibraНТ, определяет 2481 значение коэффициентов значимости между 40 поведенческими параметрами и сравнивает их с шаблоном, определенным по базе данных конкретного заболевания. Причем 1–3 минуты измерения поведенческих параметров не является пределом для диагностики COVID-19 или другого заболевания. Диагностика заболевания может осуществляться в режиме реального времени, так как процесс сравнения поведенческих параметров с шаблоном заболевания осуществляется за доли секунды, а для бесконтактного измерения поведенческих параметров человека достаточно нескольких секунд (Минкин, 2020).

Такой подход позволяет измерять поведенческие параметры, неразрывно связанные с функционированием всех физиологических систем человека, а значит объективно характеризовать незначительные и значительные изменения, происходящие в организме человека. Именно поэтому, достигнутая по поведенческим параметрам, 99% точность разделения баз данных пациентов ковид и контрольной группы (Minkin et al., 2020) превышает точность диагностики с помощью биомедицинских методов ПЦР и антител IgM; IgG (Bastos et al., 2020), определяющих конкретные значения процентного содержания вируса и антител в организме человека. Поведенческие параметры представляют собой обобщение биофизических и биохимических материальных процессов, поведенческая информация кажется нематериальной, но в ее основе лежат именно материальные биологические, физические и химические процессы. Зигмунд Фрейд писал, что у человека не бывает случайных движений и оговорок (Freud, 1900). Иван Михайлович Сеченов говорил, что каждая мысль (которую он рассматривал как сугубо материальный процесс) имеет мускульное проявление (Сеченов, 1863). Чарльз Дарвин выделял информативность рефлексных движений при формировании эмоционального состояния человека (Darwin, 1872). К сожалению, системный подход и понимание значимости поведенческих параметров 19 века, сменился узко специализированными материальными подходами 21 века. Поэтому пока современное общество не пересмотрит явно дискриминационный подход к столь малому использованию поведенческих параметров в медицине и, прежде всего, для медицинской диагностики (Wynants, 2020; Arevalo-Rodriguez, 2020) сложно ожидать быстрых значительных успехов в борьбе с пандемией COVID-19 и другими сложными заболеваниями, в том числе новыми вирусными инфекциями. Например, на сотни материальных (биофизических и биохимических) методов диагностики COVID-19 пусть даже с использованием технологий ИНС и ИИ (Wynants, 2020; Hussain et al.,

2020) приходится только 2 метода диагностики по поведенческим параметрам (Laguarta et al., 2020; Minkin et al., 2020). На мой взгляд, такое неравенство определяется прежде всего существующим недоверием современного медицинского сообщества к информационным технологиям обработки больших данных, неочевидно связанных с материальными причинами заболеваний. Но неочевидная связь не означает ее отсутствие.

Данная статья написана спустя год после признания ВОЗ эпидемии COVID-19 пандемией (Tedros, 2020) и более года спустя расшифровки генома вируса COVID-19 (Chen et al., 2020). Приходится отметить, что расшифровка генома вируса COVID-19 на молекулярно-генетическом уровне не смогла остановить пандемию, которая развивается по своим естественным законам, смертность от заболевания остается примерно на том же уровне, что и в начале эпидемии (Woolf et al., 2021). Только меры, известные со средних веков, такие как жесткий карантин и дезинфекция, оказывают заметное влияние на распространение инфекции, при том, что идущая вакцинация пока не оказывает существенного влияния на распространение COVID-19, и многие специалисты выражают сомнение в ее эффективности (Kim et al., 2021). Медицине нужны современные методы борьбы с новыми инфекционными заболеваниями и только комплексный подход (профилактика, диагностика, лечение, вакцинация) может быть эффективным для борьбы с пандемией и при лечении сложных заболеваний (Ghebreyesus&Leyen, 2020).

Заключение

Возможно читатели обратят внимание на недостаточно полное раскрытие каждого конкретного случая диагностики заболевания, эффективности вакцинации или постковидной реабилитации приведенных в данной статье. Безусловно, каждый из приведенных случаев достоин более детального описания. Однако мы осознанно смещаем акцент с каждого конкретного медицинского случая на общий подход к необходимости использования поведенческих параметров для медицинской диагностики. Конечно, предлагаемый подход не отменяет существующие материальные и традиционные биохимические и биофизические анализы, которые успешно решают множество проблем и помогают в диагностике большинства заболеваний. Более того, они абсолютно необходимы для начальной настройки и обучения ИНС и ИИ по исходным данным. Однако, если оценить затраты на проводимые материальные анализы, скорость получения результата, точность диагностики, экологичность производства препаратов, то выяснится, что медицинская диагностика по поведенческим параметрам существенно превосходит все известные биохимические и биофизические методы анализа. Ведь ни один из существующих методов биохимической или биофизической диагностики COVID-19 не может дать ответ на столь различные по сути вопросы ранней диагностики заболевания, контроля эффективности вакцинации и постковидной реабилитации. Определение столь разных патологий с помощью набора измеряемых поведенческих параметров не может быть случайным. Оно показывает высочайшую информативность поведенческих параметров для выявления любой патологии или любого заболевания,

так как COVID-19 с точки зрения теории информации ничем не отличается от других заболеваний. Каждое заболевание несет свое изменение или имеет свой материальный (физический, химический, биологический) отпечаток, который отражается в своих симптомах, а значит и поведенческих параметрах. ИИ и ИНС находят этот неповторимый отпечаток простым перебором зависимостей между поведенческими параметрами почти так же интуитивно как собака чувствует специфический запах от больных COVID-19 (Jendry et al., 2020).

Сложно представить сколько тратится сил, материальных ресурсов и исследований на подготовку ковидных паспортов и других средств контроля заболевания, которые актуальны только на момент выдачи. Никто не может на 100% гарантировать, что проверенный или вакцинированный человек не заразится в следующую минуту после получения паспорта здоровья. Вместо этого целесообразно проводить оперативный контроль (менее 1 минуты), например заболевания COVID-19, на границах, аэропортах, массовых мероприятиях с помощью обычных компьютеров или даже мобильных телефонов. Решение любой задачи в режиме реального времени всегда лучше, чем запаздывание с ответом на возникающий вызов.

Предлагаемый переход на измерение поведенческих параметров для медицинской диагностики любого заболевания потребует проведения огромного количества исследований для подтверждения декларируемых результатов, но в случае успеха человечество может получить в руки значительно более эффективный и малозатратный диагностический метод, не имеющий аналогов по широте применения. Возможность бесконтактной, быстрой и дешевой диагностики любых заболеваний заслуживает любых инвестиций. Возможно через 50 лет любой контактный биохимический анализ и диагностика типа забора крови или контакта с носоглоткой будет восприниматься примерно так, как сегодня мы воспринимаем лечение кровопусканием или ртутью (Янин, 2000), которые использовались официальной медициной с 16 до 20 века. Для этого необходимо пересмотреть существующие этические ограничения на передачу и обработку не персонализированной медицинской информации. Бурному развитию биометрических технологий способствовали открытые конкурсы по обработке стандартных баз биометрических данных (отпечатков пальцев, лиц), проводимые государственными и частными компаниями и позволяющие отобрать максимально эффективные алгоритмы идентификации (<https://www.nist.gov/biometrics>). Создание открытых баз данных поведенческих параметров, которое уже началось (Минкин, 2020), должно сопровождаться привязкой к таким же открытым базам данных традиционных медицинских анализов с подтверждённым диагнозом пациентов. Такой подход позволит распараллелить усилия разных коллективов и добиться решения многих задач в кратчайшие сроки и с прозрачно доказанной эффективностью.

Дополнительные материалы

Файлы расчета ИНС для выявления COVID-19 и диагностики постковидных симптомов приведены на ссылке <https://psymaker.com/downloads/CovidANN.zip>

Литература:

1. Акимов, В. А., Минкин, В. А. (2021) Определение значимых поведенческих параметров при диагностике COVID-19 с помощью настройки искусственных нейронных сетей, Труды 4-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2021 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 76–87. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.RU.06>
2. 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.
3. Бобров, А. Ф. и др. (2020) Современные методы медицинской психофизиологии: технология виброизображения и искусственные нейронные сети, 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.04.VC3.RU>
4. ГОСТ ISO/IEC 2382-37-2016 (2016) Информационные технологии. Словарь. Часть 37. Биометрия. М.: Стандартинформ.
5. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме. 108 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>
6. 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>
7. 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>
8. Минкин, В. А. (2020) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
9. Минкин, В. А., Бобров, А. Ф. (2020) Диагностика здоровья по оценке десинхронизации сигналов физиологических систем. Первые результаты практического применения программы HealthTest, Труды 3-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2020 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 121–130. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.14.VC3.RU>
10. 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>
11. Новосельцев, В. Н. (1978) Теория управления и биосистемы. М.: Наука.
12. Сеченов, И. М. (1863) Избранные произведения. Т. 1. Физиология и Психология, АН СССР, 1952.
13. Черниговский, В. Н. (1985) Интероцепция. Л.: Наука.
14. Янин, Е. П. (2000) О токсичности и лечебных свойствах ртути (краткий исторический экскурс). Эколого-геохимические проблемы ртути. М.: ИМГПЭ, с. 161–179.
15. Alber, M. et al. (2019) Integrating Machine Learning and Multiscale Modeling — Perspectives, Challenges, and Opportunities in the Biological, Biomedical, and Behavioral Sciences. Npj, Digital Medicine 2:115; <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0193-y>
16. Arevalo-Rodriguez, I. et al. (2020) False-Negative Results of Initial RT-PCR Assays for COVID-19: A systematic review. PLoS ONE 15(12): e0242958. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242958>
17. Barker-Davies, R. M. et al. (2020) The Stanford Hall Consensus Statement for postCOVID-19 Rehabilitation, Br J Sports Med 2020; 54: pp. 949–959. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102596>

18. Bastos, M. L. et al. (2020) Diagnostic Accuracy of Serological Tests for COVID-19: Systematic Review and Meta-Analysis. *BMJ*, 370, m2516. <https://doi.org/10.1136/bmj.m2516>
19. Cacioppo, G. T. et al. (2007) *Handbook of Psychophysiology*, Cambridge University Press.
20. Cannon, W. B. (1932) *The Wisdom of the Body*. New York: W. W. Norton.
21. Chan, J. F. et al. (2020) Improved Molecular Diagnosis of COVID-19 by the Novel, Highly Sensitive and Specific COVID-19-RdRp/Hel Real-Time Reverse Transcription-PCR Assay Validated In Vitro and with Clinical Specimens, *Journal of Clinical Microbiology*, May 2020, Vol. 58, Issue 5, e00310-20.
22. Darwin, C. (1872) *The Expression of the Emotions in Man and Animals*. John Murray, London.
23. Erdem, E., Aydın, T. (2020) COVID-19 Detection in Chest X-ray Images Using Deep Learning, *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-65954/v1>
24. Freud, S. (1900) *The Interpretation of Dreams*, Science Odyssey: People and Discoveries. PBS, 1998.
25. Ghebreyesus, T. A., von der Leyen, U. (2020) A Global Pandemic Requires a World Effort to End It — None of Us Will Be Safe until Everyone Is Safe <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/a-global-pandemic-requires-a-world-effort-to-end-it-none-of-us-will-be-safe-until-everyone-is-safe>
26. Halberg, F. (1969) Chronobiology, *Annual Review of Physiology*, Vol. 31, pp. 675–726 (Volume publication date March 1969), <https://doi.org/10.1146/annurev.ph.31.030169.003331>
27. Hussain, A. A. et al. (2020) AI Techniques for COVID-19, *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3007939>
27. Jendry, P. et al. (2020) Scent Dog Identification of Samples from COVID-19 Patients: A Pilot Study, *BMC Infectious Diseases*, 20, Article No. 536. <https://doi.org/10.1186/s12879-020-05281-3>
28. Jimenez-Solem, E. et al. (2021) Developing and Validating COVID-19 Adverse Outcome Risk Prediction Models from a Bi-national European Cohort of 5594 patients, *Scientific Reports*, (2021) 11:3246. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81844-x>
29. Jin, C. et al. (2020) Development and Evaluation of an Artificial Intelligence System for COVID-19 Diagnosis, *Nature Communication*, (2020)11:5088. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18685-1>
30. Kabi, A. et al. (2020) Post COVID-19 Syndrome: A Literature Review, *Journal of Advances in Medicine and Medical Research*. 32(24): 289–295, 2020; Article no.JAMMR.64985
31. Kim, J. H. et al. (2021) Looking Beyond COVID-19 Vaccine Phase 3 Trials, *Nature Medicine*, Vol. 27, February 2021, pp. 205–211. www.nature.com/naturemedicine
32. Laguarda, J. et al. (2020) COVID-19 Artificial Intelligence Diagnosis Using only Cough Recordings, *IEEE Open Journal of Engineering in Medicine and Biology*, September. <https://doi.org/10.1109/OJEMB.2020.3026928>
33. Liu, R. et al. (2020) The Comparative Superiority of IgM-IgG Antibody Test to Real-Time Reverse Transcriptase PCR Detection for SARS-CoV-2 Infection Diagnosis, *MedRxiv preprint* <https://doi.org/10.1101/2020.03.28.20045765>
34. Lorenz, K. (1963) *Das Sogenannte Böse zur Naturgeschichte der Aggression*, Original edition: Verlag Dr. G Borotha-Schoeler.
35. Maggi, E. et al. (2020) COVID-19: Unanswered Questions on Immuneresponse and Pathogenesis, *Rostra, Journal of Allergy and Clinical Immunology*, Vol. 146, Issue 1, July 2020, pp. 18–22. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2020.05.001>
36. McEwen, B. S. (2000) Allostasis and Allostatic Load: Implications for Neuropsychopharmacology, *Neuropsychopharmacology*, Vol. 22, No. 2.
37. Minkin, V. A., Nikolaenko, N. N. (2008) Application of Vibrimage 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>
38. Minkin, V. A. et al. (2020) COVID-19 Diagnosis by Artificial Intelligence Based on Vibrimage Measurement of Behavioral Parameters, *Journal of Behavioral and Brain Science*, 2020, Vol. 10, pp. 590–603. <https://doi.org/10.4236/jbbs.2020.1012037>

39. Petzschner, F. H. et al. (2021) Computational Models of Interoception and Body Regulation, *Trends in Neurosciences*, January 2021, Vol. 44, No. 1 <https://doi.org/10.1016/j.tins.2020.09.012>
40. Prakash, M. K. (2020) Quantitative COVID-19 Infectiousness Estimate Correlating with Viral Shedding and Culturability Suggests 68% Pre-Symptomatic Transmissions, *MedRxiv preprint*. <https://doi.org/10.1101/2020.05.07.20094789>
41. Selye, H. (2013) *Stress in Health and Disease*, Butterworth-Heinemann.
42. Sheikhzadeh, E. et al. (2020) Diagnostic Techniques for COVID-19 and New Developments. *Talanta*. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121392>
43. Soares, F. et al. (2020) A Novel High Specificity COVID-19 Screening Method Based on Simple Blood Exams and Artificial Intelligence. <https://doi.org/10.1101/2020.04.10.20061036>
44. Struyf, T. et al. (2020) Signs and Symptoms to Determine if a Patient Presenting in Primary Care or Hospital Outpatient Settings has COVID-19 Disease, *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2020, Issue 7, Art. No. CD013665. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013665.21>
45. Tamar, H. (1972) *Principles of Sensory Physiology*. Charles&Thomas Publishers Springfield Illinois USA.
46. Verity, R. et al. (2020) Estimates of the Severity of COVID-19 Disease, *MedRxiv preprint*. <https://doi.org/10.1101/2020.03.09.20033357>
47. Wynants, L. et al. (2020) Prediction Models for Diagnosis and Prognosis of COVID-19: Systematic Review and Critical Appraisal, *BMJ* 2020;369:m1328. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.m1328>
48. Tao, J., Tan, T. ed. (2009) *Affective Information Processing*. Springer-Verlag London Limited. <https://doi.org/10.1007/978-1-80800-306-4>
49. Tedros, A. (2020) WHO Director-General's Opening Remarks at the Media Briefing on COVID-19, 11 March 2020. <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
50. Weston, S., Frieman, M. B. (2020) COVID-19: Knowns, Unknowns, and Questions. *mSphere* 5:e00203-20. <https://doi.org/10.1128/mSphere.00203-20>
51. Wiener, N. (1948) *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Paris, 1948, (Hermann & Cie) & Camb. Mass. (MIT Press); 2nd revised ed. 1961.
52. Woolf, S. H. et al. (2021) COVID-19 as the Leading Cause of Death in the United States, *JAMA*, January 12, 2021 Vol. 325, No. 2. <https://jamanetwork.com>
53. Wu, et al. (2020) Estimating Clinical Severity of COVID-19 from the Transmission Dynamics in Wuhan, China, *Nature Medicine*, Vol. 26, April 2020, pp. 506–510. www.nature.com/naturemedicine
54. Zhang, W. et al. (2020) Mental Health and Psychosocial Problems of Medical Health Workers during the COVID-19 Epidemic in China, *Psychother Psychosom*, 2020; 89: pp. 242–250. <https://doi.org/10.1159/000507639>

Корреляция параметров психофизиологического состояния спортсменов игровиков в зависимости от их квалификации

Н. В. Луткова¹, Ю. М. Макаров¹, Я. Н. Николаенко²

¹Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П. Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, Россия, nataliya_lutkova@mail.ru

²ООО «Многопрофильное предприятие «Элсис», Санкт-Петербург, Россия, nikolaenko@elsys.ru

Аннотация: Целью данной статьи является научно-практическое обоснование целесообразной минимизации количественного состава параметров психофизиологического состояния (ПФС) спортсменов на основе установления их корреляции с учетом квалификации игроков. Для изучения структуры взаимосвязи отдельных параметров, характеризующих ПФС спортсменов игроков различной квалификации, использовался метод корреляционных плеяд. Проведен сравнительный анализ корреляционных матриц показателей ПФС в зависимости от квалификации игроков. Определено, что с ростом квалификации игроков количество корреляционных связей параметров психофизиологического состояния изменяется в сторону их снижения. Исходя из представленных в работе корреляционных графов, указывающих на существование психофизиологических параметров с множественными связями, предполагается целесообразность снижения количества используемых параметров для диагностики психофизиологического состояния спортсменов игровиков.

Ключевые слова: корреляция, психофизиологическое состояние, технология виброизображения, спортсмены в игровых видах спорта, спортивная квалификация.

Correlation of the Psychophysiological State Parameters of Game Sports Athletes Depending on Their Qualifications

Nataliya V. Lutkova¹, Yuriy M. Makarov¹, Yana N. Nikolaenko²

¹The Lesgaft National State University of Physical Education, Sports and Health, St. Petersburg, Russia, nataliya_lutkova@mail.ru

²Elsys Corp, St. Petersburg, Russia, nikolaenko@elsys.ru

Abstract: The purpose of this article is the scientific and practical justification for the expedient minimization of the quantitative composition of psychophysiological state (PPS) parameters of athletes based on establishing their correlation taking into account the qualifications of players. To study of the relationship structure of individual parameters characterizing athletes PPS for game sports of various qualifications, the method of correlation pleiades was used. Comparative analysis of correlation matrixes indicators was carried out depending on the qualifications of players. It was determined

that with the increase in the qualifications of players, the number of correlation relationships of psychophysiological state parameters changes towards their decrease. Based on the correlation graphs presented in the work, indicating the existence of psychophysiological parameters with multiple connections, it is assumed that it is advisable to reduce the number of parameters used to diagnose the psychophysiological state of athletes in game sports.

Keywords: *Correlation, psychophysiological state, vibraimage, athletes in game sports, sports qualification.*

Введение

Проблема управления состоянием спортсменов всегда привлекала внимание ученых, поскольку именно умение в нужное время и в нужном месте дать правильную оценку состоянию игроков во многом определяло успех или неуспех их профессиональной деятельности. Новый импульс в исследовании данного вопроса придало бурное развитие в середине прошлого века науки «кибернетики» и ее кибернетических подходов в управлении живыми системами (Минкин, 2020). Это явилось началом активного изучения взаимосвязи результатов и психофизиологических состояний (ПФС) спортсменов в период наивысших достижений. На первых этапах было выявлено, что быстротечное изменение игровых ситуаций на площадке приводит к такой же срочной трансформации ПФС (Луткова и др., 2019). Налицо присутствие прямо пропорциональной зависимости между состоянием игроков и соревновательной действительностью. Главным становится оптимальный выбор информативных и надежных показателей, объективно характеризующих это состояние.

Нет сомнения в доминирующей роли результата в спорте, поэтому вопрос о диагностике параметров ПФС, оказывающих главенствующее влияние на эффективность этого вида деятельности, будет всегда определяющим. Однако надо иметь в виду наличие взаимообусловленных связей между используемыми для оценки ПФС психофизиологическими параметрами. Причем важным будет являться не сама по себе выраженность связи того или иного психофизиологического параметра, а его поли функциональность, количество взаимосвязей с другими изучаемыми свойствами. Таким образом, в результате сравнительного анализа внутри коррелируемых параметров ПФС, можно будет методом логистического обоснования оптимизировать количественный состав исследуемых показателей, сохранив надежность и объективность получаемой информации, не отвергая при этом правомерность использования большого количества данных. Безусловно, надо учитывать и тот факт, что на эффективность соревновательной деятельности игроков оказывает влияние множество других факторов, причем, как положительного характера, так и отрицательного.

Отсюда возникает проблема, как некое противоречие, между способностью отдельных игроков безболезненно преодолевать сложные перипетия соревновательной борьбы на пути к запланированному результату на базе собственного генетического ресурса и не способностью других, не менее одаренных и талантливых, иметь стабильно высокие показатели эффективности игровой

деятельности. Разрешение указанного противоречия видится, прежде всего, в определении значимости отдельных параметров ПФС спортсменов и их адекватной реакции на воздействия внутренних и внешних раздражителей в условиях соревновательного противоборства. Причем следует обратить особое внимание на то, что необходимо переходить от количественного состава изучаемых психофизиологических параметров к их качеству. Переход от количества показателей к качеству возможен только при глубоком научном обосновании преимущества одних над другими.

В связи с этим целью настоящего исследования является научно-практическое обоснование целесообразной минимизации количественного состава параметров ПФС спортсменов на основе установления их корреляции с учетом квалификации игроков.

Методика и организация исследования

В качестве метода исследования ПФС спортсменов игроков использовалась технология виброизображения с программой VibraMed10 (Минкин, Николаенко, 2008; VibraMed, 2017). Объектом исследования являлись игроки с низкой квалификацией, второй взрослый разряд — 16 человек, с высокой квалификацией, Мастер спорта — 16 человек. После определения ПФС спортсменов по каждому из изучаемых психофизиологических параметров производился корреляционный анализ по методу корреляции Спирмена, использовался пакет компьютерной программы StarGraphics Plus 5.0.

Результаты исследования и их обсуждение

В большинстве своем при диагностике ПФС проявляется принцип множественности связей или принцип поли параметрического взаимодействия факторов по их корпоративному влиянию на спортивный результат. Настоящее исследование ориентировано на несколько иной подход, в котором наиболее полная и простая характеристика ПФС возможна с помощью психофизиологических параметров, имеющих минимальную функциональную корреляцию между собой. Если какие-либо психофизиологические параметры взаимосвязаны между собой, то возникает вопрос о целесообразности использования всей совокупности — можно произвести характеристику состояния игрока по отдельным из них. С этой целью проводилось научно-практическое обоснование целесообразной минимизации количественного состава параметров ПФС спортсменов на основе установления их корреляции с учетом квалификации игроков. По этой причине проводился корреляционный анализ. Пороговое значение коэффициента корреляции, определяющее наличие средней и высокой связи, равнялось 0,5 и выше 0,7 соответственно.

Результаты исследования игроков 2-го разряда. Если пристальнее посмотреть на степень взаимосвязей некоторых психофизиологических параметров, то можно выделить такие пары, как стресс — харизматичность ($r = -0,65$), стресс — опасность ($r = 0,63$), тревожность — опасность ($r = 0,75$), энергичность — агрессивность ($r = 0,70$), саморегуляция — уравновешенность ($r = 0,77$). Главная отличительная особенность ПФС игроков второго разряда заключается в чрезмерном влиянии стресса на другие переменные. У игроков второго разряда их пять. Отмеченный факт может свидетельствовать о проявлении некой закономерности, связанной с психофизиологией состояния и уровнем спортивного мастерства игроков. Из всей совокупности найденных корреляционных связей среднего и высокого уровня выявлено 28 (14 парных связей). Наиболее наглядно эти связи представлены в корреляционном графе, изображенном на рисунке 1. Корреляционной активностью в данной выборке отличаются стресс, харизматичность, энергичность, саморегуляция, тревожность и опасность. Количество взаимосвязей графически выглядит следующим образом: стресс — 5 связей, харизматичность, энергичность и саморегуляция по 4, тревожность и опасность — 3 связи.

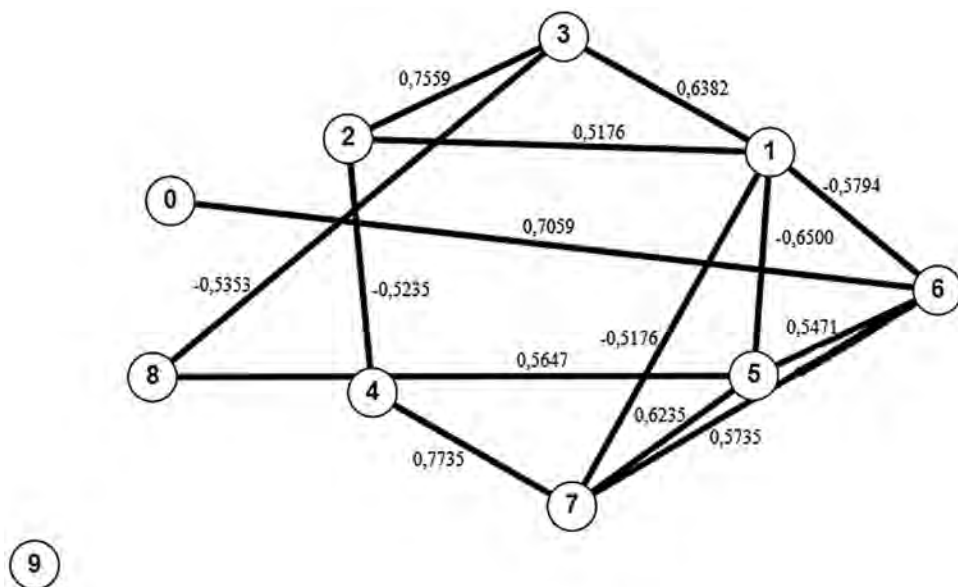


Рис. 1. Корреляционный граф показателей психофизиологического состояния спортсменов игроков 2 разряда ($n = 16$).

Примечание: 0 — Агрессивность; 1 — Стресс; 2 — Тревожность; 3 — Опасность; 4 — Уравновешенность; 5 — Харизматичность; 6 — Энергичность; 7 — Саморегуляция; 8 — Торможение; 9 — Невротизм

Отмеченная в ходе проведенного анализа столь высокая корреляция выделенных признаков свидетельствует о том, что игроки второго разряда в условиях

соревновательной деятельности подвержены воздействию стресс-факторов и испытывают чувство серьезного психологического дискомфорта, что вполне естественно сказывается на эффективности тактико-технических действий и их спортивных перспективах. При рассмотрении других пар коэффициенты корреляции соответствуют в основном среднему уровню и вряд ли имеют интерес в их обсуждении.

Результаты исследования игроков Мاستеров спорта (МС). Корреляционная матрица ПФС игроков Мастеров спорта (МС), свидетельствует, что высокие связи обнаружены: стресса с энергичностью ($r = -0,78$) и харизматичностью ($r = -0,71$); уравновешенности и саморегуляции ($r = 0,82$). У мастеровитых спортсменов происходит большая концентрация центральных параметров ПФС. В общей динамике несколько неожиданно выглядит тесное родство показателей тревожности — торможения — невротизма. Столь близкая связь может быть объяснима с позиции влияния фактора опасности через тревожность. Это вполне увязывается с состоянием игроков Мастеров спорта, испытывающих колоссальное давление за результат со стороны руководителей команд, родственников, зрителей и т. д.

По всей видимости, спортсмены высокого класса, давно уже адаптированные к воздействию подобных «стимулов», все же на подсознательном уровне испытывают беспокойство за результат. Однако отмеченное беспокойство у этой категории спортсменов не имеет решающего значения в регуляции общего ПФС.

Если обратиться к динамике обнаруженных связей у спортсменов низших разрядов и Мастеров спорта, то здесь наметилась совершенно очевидное стремление к уменьшению числа взаимосвязей в целом по выборке, снижению количества влияния центральных психофизиологических параметров и некоторая активность со стороны «периферийных». Так у спортсменов второразрядников этих связей было 28 (14 парных связей), у Мастеров спорта их оказалось — 20 (10 парных связей), графически изображенные на рисунке 2.

Как показано на рисунке 2, у Мастеров спорта наибольшее число таковых имеют: стресс и харизматичность — по три связи; опасность, энергичность, саморегуляция, уравновешенность, тревожность, торможение — по 2; агрессивность и невротизм — по одной. Аналитическая обработка обнаруженных корреляционных связей показывает, что с ростом спортивного мастерства их количество достоверно уменьшается. Кроме того, у игроков квалификации Мастер спорта в психофизиологическом состоянии нет ярко выраженного доминирования отдельно взятого психофизиологического параметра, как это наблюдается у спортсменов 2 разряда. В многолетнем процессе повышения квалификации игроки проходят путь от соревнований менее значимых к более ответственным, влияющим на их дальнейшую карьеру. Именно в этом процессе происходит развитие и формирование механизма саморегуляции психофизиологическим состоянием, умением концентрировать свои ресурсы в важнейшие моменты игровой деятельности.

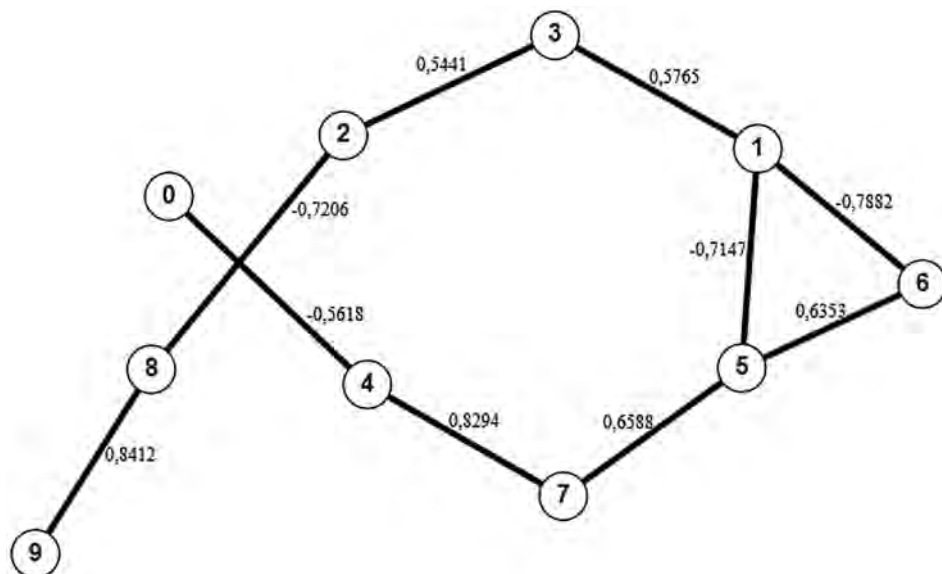


Рис. 2. Корреляционный граф показателей психофизиологического состояния спортсменов квалификации Мастер спорта ($n = 16$)

Примечание: 0 — Агрессивность; 1 — Стресс; 2 — Тревожность; 3 — Опасность; 4 — Уравновешенность; 5 — Харизматичность; 6 — Энергичность; 7 — Саморегуляция; 8 — Торможение; 9 — Невротизм

Заключение

Проведенное исследование по установлению корреляционных связей параметров ПФС спортсменов игроков в зависимости от их квалификации позволяет подвести некоторые итоги. В частности, можно с высокой долей вероятности утверждать, что используемые в ходе диагностики психофизиологические параметры в полной мере отражают ПФС спортсменов, являются надежными, информативными и значимыми для игроков различного уровня мастерства.

Использование метода корреляционных плеяд для изучения структуры взаимосвязи отдельных психофизиологических параметров, характеризующих ПФС спортсменов игроков различной квалификации, позволило выявить группу признаков, имеющих системообразующее значение и менее значимых, отнесенных к «периферийным».

Установлено, что с ростом квалификации игроков количество корреляций параметров психофизиологического состояния изменяется в сторону их снижения: с 28 у второразрядников, до 20 у Мастеров спорта.

Выявлена динамика корреляций показателей ПФС в зависимости от квалификации игроков. Так у спортсменов низших разрядов доминирование центральных признаков оказывает значительно большее влияние на их организм, нежели у Мастеров спорта.

Таким образом, принимая во внимание весь диапазон полученных данных о влиянии центральных и «периферийных» психофизиологических параметров на общее состояние ПФС игроков различной квалификации, следует особо подчеркнуть, что возникает очевидная целесообразность в снижении количества используемых параметров для диагностики психофизиологического состояния спортсменов. Такой вывод напрашивается сам собой, исходя из представленных в работе корреляционных графов, указывающих на существование множественных связей у отдельных психофизиологических параметров. Однако приведение большого спектра используемых психофизиологических параметров к какому-либо единому знаменателю в оценке ПФС требует проведения дальнейших дополнительных исследований.

Литература:

1. Луткова, Н. В. и др. (2019) Показатели психофизиологического состояния спортсменов игровиков в ситуациях с различной психоэмоциональной напряженностью, Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2019, № 12 (178), С. 163–168.
2. Минкин, В. А. (2020) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
3. Минкин, В. А., Николаенко, Н. Н. (2008) Применение технологии и системы виброизображения для анализа двигательной активности и исследования функционального состояния организма, Медицинская техника, 2008, № 4, С. 30–34.
4. VibraMed (2017) Система анализа психофизиологического и эмоционального состояния человека. Версия 10.0. Руководство по эксплуатации. СПб.: Элсис. 67 с.

Технология виброизображения в задачах экспресс-диагностики состояния здоровья лиц опасных профессий

А. Ф. Бобров¹, Т. М. Новикова², Е. С. Щелканова³, В. И. Седин¹, В. В. Ратаева¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр имени А. И. Бурназяна» ФМБА России, Москва, Россия, baf-vcmk@mail.ru

²ФГБУЗ «Центральная медико-санитарная часть № 91» ФМБА России, г. Лесной, Россия, novikova-tan@mail.ru

³Федеральное государственное автономное учреждение «Военный инновационный технополис «ЭРА», г. Анапа Краснодарского края, Россия, shchelkanova_el@mail.ru

Аннотация: Статья посвящена совершенствованию методов медико-психофизиологического обеспечения лиц опасных профессий. Обоснована перспективность использования технологии виброизображения как средства экспресс-диагностики состояния здоровья и идентификации лиц с его донозологическими нарушениями. По данным комплексных медико-психофизиологических обследований лиц опасных профессий установлена достоверная взаимосвязь групп диспансерного наблюдения с классами психофизиологической адаптации, выделяемыми по параметрам виброизображения. Описаны разработанные критерии экспресс-диагностики донозологических состояний лиц опасных профессий.

Ключевые слова: Экспресс-диагностика, донозологические состояния, технология виброизображения, медицинские обследования, лица опасных профессий, группы диспансерного наблюдения, параметры виброизображения.

Vibraimage Technology in the Tasks of Health State Express Diagnostics for the Persons of Dangerous Professions

Alexander F. Bobrov¹, Tatiana M. Novikova², Elena S. Shchelkanova³,
Viktor I. Sedin¹, V. V. Rataeva¹

¹State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical and Biological Agency (SRC — FMBC) of Russia, Moscow, Russia, baf-vcmk@mail.ru

²Federal State Budgetary Healthcare Institution “Central Medical and Sanitary Unit No. 91” of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Lesnoy, Russia, novikova-tan@mail.ru

³Federal State Autonomous Institution “Military Innovative Technopolis ERA”, Anapa, Krasnodar Territory, Russia, shchelkanova_el@mail.ru

Abstract: The article is devoted to the improvement of medical and psychophysiological support methods for persons with hazardous professions. The prospect of vibraimage technology using as a means of express diagnostics of health status and identification of persons with its prenosological disorders has been substantiated. According to the data of complex medical and psychophysiological examinations of hazardous professions persons, the reliable relationship of dispensary observation groups with classes was established.

Keywords: Express diagnostics, prenosological conditions, vibraimage technology, medical examinations, persons of dangerous professions, dispensary observation groups, vibraimage parameters.

Введение

Сохранение профессионального здоровья лиц опасных профессий (ЛОП), работающих, как правило, в условиях воздействия неблагоприятных факторов трудового процесса и производственной среды, связано с ранней диагностикой его нарушений. В настоящее время контроль профессионального здоровья ЛОП осуществляется на этапе медицинского осмотра, проводимого в соответствии с Приказом Минздрава РФ 29н (Приказ Минздрава РФ № 29н, 2021), что является отражением «лечебной» парадигмы промышленной медицины, в основу которой поставлено выявление и лечение заболеваний, входящих в спецификацию МКБ10. В то же время, декларируемая государственная политика охраны и укрепления «здоровья здоровых» связана с переходом от системы, ориентированной на лечение заболевания, к системе охраны здоровья граждан, основанной на приоритете здорового образа жизни и направленной на профилактику болезней. В качестве наиболее оптимальной методологии охраны «здоровья здоровых» рассматривается донозологическая диагностика на ранних стадиях развития заболевания и своевременная коррекция функционального состояния (Баевский, 1979; Баевский, 1997; Казначеев, 1980; Бобров и др., 2015).

Донозологическая диагностика — распознавание состояний организма, пограничных между нормой и патологией (между здоровьем и болезнью), характеризующихся нарушением равновесия между организмом и средой (Большая Медицинская Энциклопедия, под ред. Петровского, 3-е изд.) Объектом донозологической диагностики является процесс адаптации организма к неадекватным условиям среды, который может завершиться одним из следующих исходов: 1) полной или частичной адаптацией к среде; при этом гомеостаз не нарушается, деятельность всех регуляторных систем протекает в обычных пределах или несколько усилена; 2) недостаточной или неудовлетворительной адаптацией; при этом гомеостаз основных жизненно важных систем обычно сохраняется, но активность регуляторных механизмов существенно увеличена; 3) срывом адаптации; при этом вследствие перенапряжения и истощения регуляторных механизмов происходит нарушение гомеостаза с развитием патологических отклонений (Баевский, 1979).

Процесс постановки донозологического диагноза заключается в целенаправленном сборе медико-психофизиологической информации и применении

таких методов ее анализа и обработки, которые позволяют установить степень адаптации организма к условиям окружающей среды и выявить такие состояния, которые еще не могут быть отнесены к известным нозологическим формам болезней, но характеризуются нарушением деятельности регуляторных механизмов, а в ряде случаев и гомеостаза (Баевский, 1997; Казначеев, 1980). Особое место при постановке донозологического диагноза занимают методы экспресс-оценки, поскольку традиционная оценка степени адаптации организма весьма трудоемка и времязатратна. К перспективным методам экспресс-диагностики психофизиологической адаптации и состояния здоровья можно отнести технологию виброизображения: регистрацию и математическую обработку рефлекторных движений головы и лица человека (Минкин, 2020). Она показала свою эффективность при предсменных и периодических психофизиологических обследованиях работников опасных производств, их тренажерной подготовке (Щелканова, 2019). На сайте psumaker.com можно найти много других положительных примеров использования технологии виброизображения в прикладных медико-биологических исследованиях.

Целью настоящего исследования являлась разработка критериев экспресс-диагностики состояния здоровья лиц опасных профессий по параметрам виброизображения.

Материалы и методы

Объектом исследования является персонал Государственного казенного учреждения Московской области «Московская областная противопожарно-спасательная служба», проходивший периодический медицинский осмотр. В исследованиях принимали участие специалисты ВЦМК «Защита» МЗ РФ. Всего было обследовано 249 человек. Средний возраст и стаж работы в противопожарно-спасательной службе составили соответственно $43,4 \pm 3,2$ года, $7,4 \pm 1,2$ года. Медицинский осмотр проводился в соответствии с приказом МЗ РФ № 29н. В качестве дополнительной методики проводилось тестирование с использованием программы HealthTest (Минкин, Бобров, 2020). Время тестирования составляло 3 минуты. По данным медицинских осмотров устанавливались: группа диспансерного наблюдения/группа здоровья (в соответствии с Приказом МЗ РФ № 36ан) и наличие/отсутствие заболеваний, сгруппированных по системам: сердечно-сосудистая, дыхательная, пищеварительная, эндокринная и ряд других.

Результаты исследования анализировались с использованием программы STATISTICA v.8.0.

Результаты исследования

В настоящей работе в качестве основного индикатора состояния здоровья спасателей использована группа диспансерного наблюдения (Гр_ДН). К 1-й группе (Гр_ДН = 1) относятся работники, у которых не установлены хронические неинфекционные заболевания, отсутствуют факторы риска развития таких

заболеваний или имеются указанные факторы риска при низком или среднем абсолютном суммарном сердечно-сосудистом риске и не нуждающиеся в диспансерном наблюдении по поводу других заболеваний (состояний). Во 2-ю группу (Гр_ДН = 2) включаются лица, у которых не установлены хронические неинфекционные заболевания, но имеются факторы риска развития таких заболеваний при высоком или очень высоком абсолютном суммарном сердечно-сосудистом риске. К 3-й группе (Гр_ДН = 3) относятся работники: а) имеющие хронические неинфекционные заболевания, требующие установления диспансерного наблюдения или оказания специализированной, в том числе высокотехнологичной, медицинской помощи, а также с подозрением на наличие этих заболеваний (состояний), нуждающиеся в дополнительном обследовании; б) не имеющие хронические неинфекционные заболевания, но требующие установления диспансерного наблюдения или оказания специализированной, в том числе высокотехнологичной, медицинской помощи по поводу иных заболеваний, а также с подозрением на наличие этих заболеваний, нуждающиеся в дополнительном обследовании.

Как следует из рисунка 1а, 36% спасателей не имели заболеваний, 42% имели 1 заболевание. Множественные заболевания имели 22% работников. Работники 3-й группы диспансерного наблюдения имели наибольший возраст и стаж работы по специальности (рис. 1б), для них характерно наличие множественных заболеваний (рис. 1в).

В соответствии с целью исследования решалась задача разработки формализованных правил, позволяющих без проведения медицинского осмотра оперативно оценить риск наличия у человека признаков нарушения состояния здоровья, соответствующих 2-й и 3-й группе диспансерного наблюдения.

Для этого применялся дискриминантный анализ (Ким, 1989) по 10-ти основным параметрам виброизображения $E_1, \dots, E_{10}$, их коэффициентам вариации $E_{1_v}, \dots, E_{10_v}$ (Минкин, 2020), а также параметрам $[R]$ и $[M]$, отражающим суммарную корреляцию Пирсона между параметрами виброизображения и степень отличия параметров микродвижений головы от средних популяционных значений (Минкин, Бобров, 2020).

Установлено, что средняя точность формализованного распознавания по параметрам виброизображения групп диспансерного наблюдения 1 и 3 составляет 68,5%. При этом точность распознавания 3-й группы диспансерного наблюдения составляет 72,1% (ошибка второго рода равна 27,9%), 1-й группы — 66,2% (ошибка первого рода 33,8%). Учитывая, что полученные решающие правила позволяют проводить скрининговую (время тестирования 3 минуты) идентификацию лиц с признаками нарушения состояния здоровья, полученный результат можно признать удовлетворительным.

Результаты дискриминантного анализа позволили установить, что наилучшее разделение групп диспансерного наблюдения достигается при использовании системного комплекса параметров виброизображения — канонической дискриминантной функции. Весовые нагрузки отдельных параметров виброизображения

в указанном системокомплексе приведены на рисунке 2а. Показатели могут быть минимизированы с использованием пошаговой процедуры дискриминантного анализа (рис. 2б).

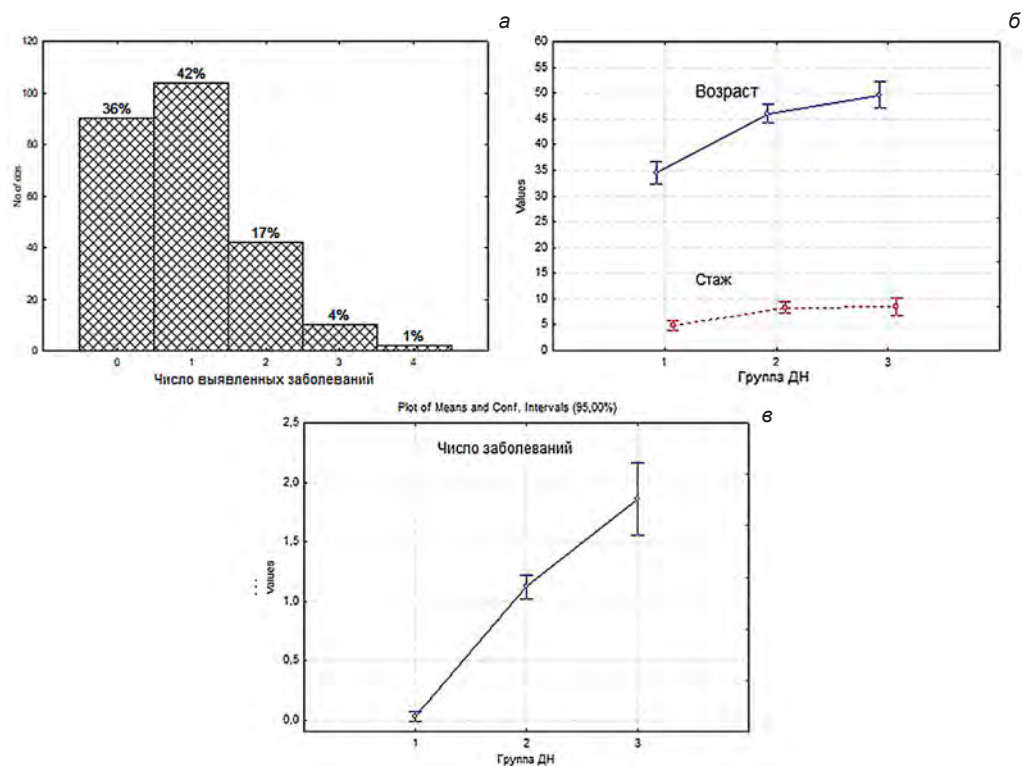


Рис. 1. Показатели здоровья обследованных работников противопожарно-спасательной службы

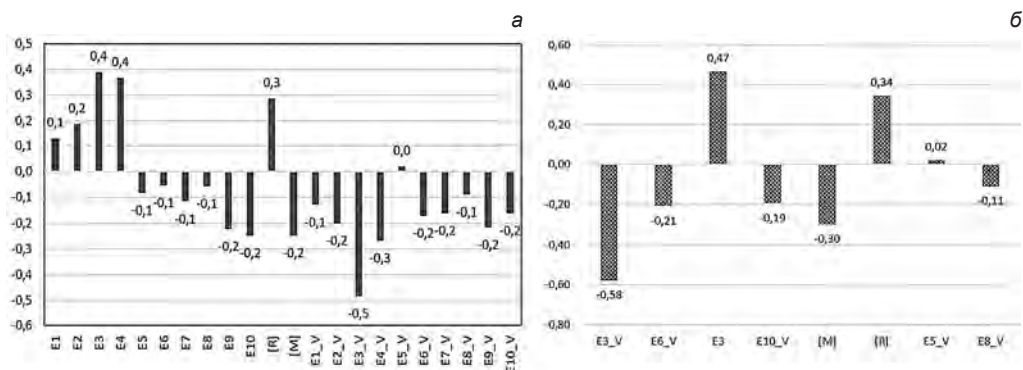


Рис. 2. Весовые нагрузки параметров виброизображения, входящих в системокомплексы, разделяющие группы 1 и 3 диспансерного наблюдения

Полученный системокомплекс может быть использован в качестве интегрального показателя виброизображения (ИП), разделяющего группы диспансерного наблюдения. Его распределение в Т-баллах (среднее значение равно 50 баллов, среднеквадратичное отклонение 10 баллов) по обследованной группе спасателей показано на рисунке 3а. По сигмальным отклонениям ИП от среднего значения выделено 3 группы лиц с различным функциональным состоянием (ДС = 1, ДС = 2, ДС = 3), оцениваемым по параметрам виброизображения. Средняя точность их распознавания составляет 96,8%. Для формализованной оценки разработана вероятностная номограмма, представленная на рисунке 3б.

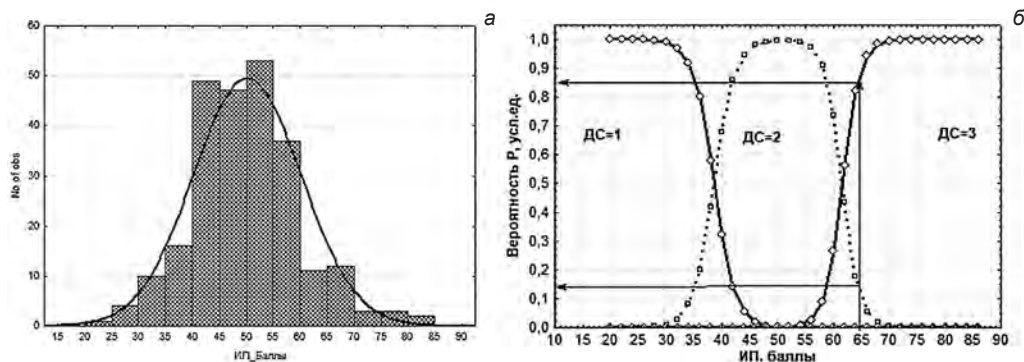


Рис. 3. Формализованная идентификация групп с разной выраженностью интегрального параметра виброизображения (ИП).

Правило расчета вероятности принадлежности к группам с разными характеристиками виброизображения показано построением на рисунке «б»

На рисунке 4 показаны основные показатели здоровья в группах функциональных состояний ДС = 1, ДС = 2, ДС = 3.

Как следует из рисунка 4, полярными по своим характеристикам являются группы ДС = 1 и ДС = 3. В группу ДС = 3 вошли спасатели более старшего возраста (рис. 4а), имеющие большее число заболеваний (рис. 4б). Динамика этих характеристик по группам функциональных состояний совпадает с их динамикой по группам диспансерного наблюдения (рис. 1б, в).

С использованием критерия Хи-квадрат установлена достоверная взаимосвязь групп функциональных состояний с группами диспансерного наблюдения (рис. 4в). Так у лиц из 1-й группы диспансерного наблюдений в 94% случаев отмечалось состояние, соответствующие по параметрам виброизображения группе ДС = 1. Это позволяет сделать вывод о том, что риск нарушения состояния здоровья у работников с данным видом функционального состояния низкий. В 3-й группе диспансерного наблюдения преобладает (75%) функциональное состояние, по параметрам виброизображения характерное для группы ДС = 3. Следствием из этого является заключение о высоком риске нарушения состояния здоровья у этих лиц.

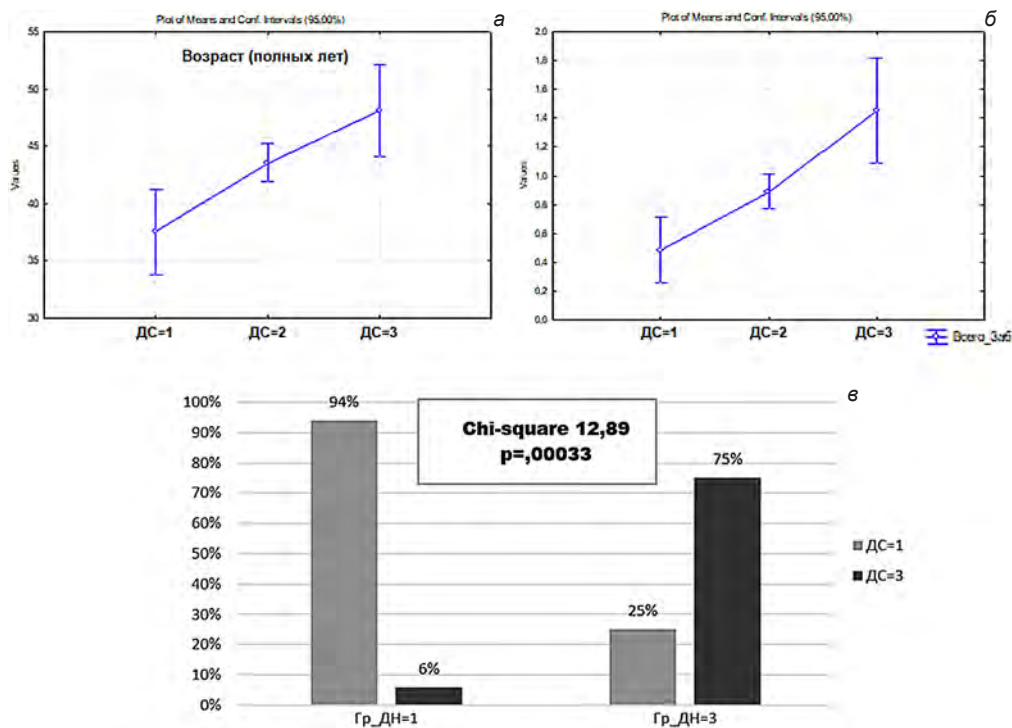


Рис. 4. Показатели здоровья в группах функциональных состояний, выделяемых по параметрам виброизображения

Обсуждение полученных результатов

В рамках проведенных исследований получены новые результаты по взаимосвязи параметров виброизображения с состоянием здоровья лиц опасных профессий. Основными из них являются: разработанный одномерный многопараметрический интегральный показатель экспресс-оценки состояния здоровья спасателей (ИП) и выделенные на его основе классы типологических характеристик параметров виброизображения ДС = 1, ДС = 2, ДС = 3.

С ИП положительно коррелирует (+0,47) параметр E_3 виброизображения, характеризующий отношение высокочастотной к общей мощности спектра микродвижений головы человека (Минкин, 2020). Он увеличивается при росте высокочастотных (до 30 Гц) компонент вибраций, появляющихся в дополнение к основной (до 10 Гц) частоте. А изменение структуры спектра колебаний является известным признаком увеличения напряжения регуляторных механизмов организма вне зависимости от характера изучаемой функции. Так по данным математического анализа ритма сердца при функциональном напряжении снижается мощность дыхательных волн (высокие частоты спектра) с одновременным увеличением мощности низких и очень низких частот (Баевский, 1979).

Это позволяет сделать вывод о том, что ИП характеризует уровень напряжения регуляторных систем организма, оцениваемый по параметрам виброизображения. Высоким значениям ИП соответствует высокий, низким — низкий уровень регуляторных механизмов. Этот вывод подтверждает его взаимосвязь с другими параметрами виброизображения.

Так с параметром E_3 с обратным знаком $(-0,58)$ коррелирует показатель, характеризующий его вариабельность: $E_{3\text{ в.}}$. Это свидетельствует о том, что при увеличении уровня напряжения регуляторных систем (увеличении E_3) снижается вариабельность параметра E_3 . Аналогом установленного соотношения «величина параметра — вариабельность параметра» является взаимосвязь амплитуды моды ($АМО_{RR}$) и среднеквадратичное отклонение кардиоинтервалов ($СКО_{RR}$): при увеличении уровня напряжения регуляторных механизмов организма $АМО_{RR}$ увеличивается, а $СКО_{RR}$ снижается.

Однонаправленная корреляция параметров E_3 и $[R]$ с ИП свидетельствует о том, что увеличение уровня напряжения регуляторных механизмов организма приводит и к усилению корреляционных взаимоотношений между параметрами виброизображения, снижению числа степеней свободы регуляторных систем. При этом значения параметра $[M]$ виброизображения снижается (отрицательный знак факторной нагрузки показателя $(-0,3)$), характеризуя уход параметров виброизображения от популяционного «эталона». Что также является свидетельством увеличения напряжения регуляторных систем.

Хотя коэффициенты корреляции с ИП остальных вариабельности параметров виброизображения незначительные, они соответствуют выявленной закономерности: снижению их лабильности при росте напряжения регуляторных механизмов.

Рассматривая типологические классы параметров виброизображения (рис. 3б), следует отметить, что они ранжируются по ИП в соответствии с изменением уровня психофизиологической адаптации от высокого (класс ДС = 1) до низкого (класс ДС = 3).

Заключение

Совершенствование медико-психофизиологического обеспечения лиц опасных профессий связано с разработкой методов экспресс-диагностики их психофизиологической адаптации. Наиболее перспективной для этого является технология виброизображения. Об этом свидетельствуют результаты проведенных исследований. Использование в качестве «маркера» психофизиологической адаптации разработанного одномерного многопараметрического интегрального показателя, представляющего собой линейную комбинацию параметров виброизображения, позволяет проводить оперативный мониторинг состояния здоровья. Работники, идентифицированные как относящиеся к классу ДС = 2, могут рассматриваться как имеющие донозологические отклонения в состоянии здоровья. Они нуждаются в дополнительном медицинском обследовании и проведении реабилитационно-оздоровительных мероприятий. Это позволит предотвратить дальнейшее ухудшение состояния здоровья, повысить качество жизни и профессиональное долголетие лиц опасных профессий.

Литература:

1. Баевский, Р. М. (1979) Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Медицина, 298 с.
2. Баевский, Р. М. и др. (1997) Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний, Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина, 1997, С. 104.
3. Бобров, А. Ф. и др. (2015) Системная оценка результатов психофизиологических обследований, Медицина экстремальных ситуаций, 2015, № 3, С. 13–19.
4. Большая Медицинская Энциклопедия, под ред. Петровского Б. В., (1974–1989 гг.) 3-е издание.
5. Казначеев, В. П. и др. (1980) Донозологическая диагностика в практике массовых обследований населения. Л.: Медицина. 225 с.
6. Ким, Дж.-О и др. под ред. И. С. Енюкова (1989) Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. М.: Финансы и статистика. 215 с.
7. Минкин, В. А. (2020) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
8. Минкин, В. А., Бобров А. Ф. (2020) Диагностика здоровья по оценке десинхронизации сигналов физиологических систем. Первые результаты практического применения программы HealthTest, Труды 3-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2020 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 121–130. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.14.VC3.RU>
9. Приказ Минздрава России от 03.02.2015 г. № 36ан «Об утверждении порядка проведения диспансеризации определенных групп взрослого населения» (с изменениями на 09.12.2016 г.).
10. Приказ Минздрава России от 28.01.2021 № 29н «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры».
11. Щелканова, Е. С. (2019) Бесконтактная экспресс-диагностика психофизиологического состояния работников опасных производств: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 20 с.

Бесконтактная экспресс-диагностика склонности к алкогольной зависимости

Т. М. Новикова

ФГБУЗ «Центральная медико-санитарная часть № 91»
ФМБА России, г. Лесной, Россия,
novikova-tan@mail.ru

Аннотация: Статья посвящена совершенствованию методов медико-психофизиологического обеспечения работников опасных производств. Обоснована перспективность использования технологии виброизображения как средства экспресс-диагностики склонности к алкогольной зависимости. С использованием параметров виброизображения разработаны критерии и решающие правила, позволяющие с точностью 95,2% выявлять лиц с алкогольной зависимостью для своевременного применения медицинских и организационных мероприятий по ее управлению.

Ключевые слова: Экспресс-диагностика, технология виброизображения, медицинские обследования, алкогольная зависимость, работники опасных производств, параметры виброизображения

Contactless Diagnosis of People with Alcohol Dependence

Tatiana M. Novikova

Federal State Budgetary Healthcare Institution "Central Medical and Sanitary Unit
No. 91" of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Lesnoy, Russia,
novikova-tan@mail.ru

Abstract: The article is devoted to the improvement of the of medical and psychophysiological diagnosis methods for hazardous industries. The prospects for using of vibraimage technology as a means of express-diagnosis of alcohol addiction is substantiated. With the use of vibraimage parameters, criteria and decision rules have been developed, allowing to identify persons with alcohol dependence with an accuracy of 95.2% for management improvement.

Keywords: Express diagnostics, vibraimage technology, medical examinations, alcohol addiction, workers of hazardous industries, vibraimage parameters.

Введение

Алкоголизм — хроническое психическое прогрессирующее заболевание, характеризующееся пристрастием к алкоголю (этиловому спирту) с психической и физической зависимостью от него (Морозов, под ред., 1983). Проблема алкоголизма является одной из основных проблем во всем мире в связи с неуклонным ростом количества больных. Согласно данным ВОЗ к 2050 г. число больных алкоголизмом в мире может превысить 500 млн чел.

Зависимость от алкоголя не возникает моментально, она развивается постепенно, вырастая из эпизодического употребления алкоголя. Систематическое или эпизодическое употребление алкоголя влечет за собой изменения физиологических функций личности, вследствие чего снижается качество и объем выполняемой работы, умственная работоспособность падает, снижается точность и целенаправленность действий, ухудшается координация движений, увеличивается число ошибочных действий. На эмоциональном уровне возникает повышенная тревожность, неуравновешенность, импульсивность и агрессия. Систематическое употребление алкоголя приводит к деградации личности, ухудшению соматического здоровья, увеличению риска преждевременной смерти.

Лица, склонные к употреблению алкоголя, чаще других нарушают трудовую дисциплину, правила техники безопасности, в связи с этим уровень травматизма и количество несчастных случаев в данной группе достаточно высок. По данным ВОЗ, около 10–30% от всех травм, полученных на производстве, связаны с употреблением алкоголя. В силу своей несобранности и отсутствия четких продуманных действий снижается производительность труда, увеличивается количество брака в работе.

На предприятиях атомной отрасли для сохранения здоровья работников и обеспечения безопасности предприятий проводятся медицинские обследования с осмотром работника врачом-психиатром-наркологом, врачом-психиатром для выявления лиц с алкогольной или наркологической зависимостью. Ежедневно при допуске к работе работник проходит предсменный медицинский осмотр, на котором оценивается его физическое состояние и выявляются признаки употребления алкоголя.

Поскольку привыкание к алкоголю идет постепенно, актуальной научной и практической задачей является разработка экспресс-методов и критериев раннего выявления склонности к алкогольной зависимости. Перспективным для этого является использование технологии виброизображения, позволяющей оценить психофизиологическое и эмоциональное состояние человека в течение нескольких минут.

Целью настоящего исследования являлось разработка критериев раннего выявления склонности к алкогольной зависимости по параметрам виброизображения.

Материалы и методы

Объектом исследования являлись пациенты наркологического отделения психоневрологического диспансера ФГБУЗ ЦМСЧ № 91 ФМБА России, г. Лесной. В исследовании приняли участие 10 человек (опытная группа). Оценка проводилась в динамике. Всего было проведено 55 человеко-исследований. Средний возраст группы — 40 лет. В качестве контрольной группы выступали работники ФГУП «Комбинат Электрхимприбор». Средний возраст группы — 40 лет. Оценка психофизиологического состояния проводилась с использованием аппаратно-программного комплекса АПК ПФС-Контроль, разработанного специалистами ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России, включающего в себя психодиагностические

тесты и методики оценки психофизиологического состояния. Для экспресс-диагностики психофизиологического и эмоционального состояний использовалась технология виброизображения (Минкин, 2007). Тестирование проводилось с использованием программ VibraMED и ВибраМИ, разработанных специалистами предприятия Элсис (Санкт-Петербург).

Результаты исследования анализировались с использованием программы STATISTICA v.8.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты оценки психического состояния по 16-факторному личностному опроснику Кеттелла в группе пациентов наркологического отделения (Группа 1) и в группе работников ФГУП «Комбината «Электрохимприбор» (Группа 2) по показателям, имеющим достоверные различия (p) по критерию Стьюдента, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Средние значения ($M + m$) показателей психического состояния у пациентов наркологического отделения (группа 1) и работников комбината (группа 2) по показателям 16-ФЛО

Показатели	Группа 1	Группа 2	p
Фактор «В», стены	5,3 + 0,19	7,1 + 0,04	0,044
Фактор «С», стены	3,9 + 0,12	8,5 + 0,05	0,000
Фактор «F», стены	4,3 + 0,08	5,6 + 0,06	0,096
Фактор «Н», стены	4,6 + 0,06	7,9 + 0,07	0,001
Фактор «L», стены	7,1 + 0,09	4,6 + 0,05	0,01
Фактор «О», стены	7,1 + 0,1	3,5 + 0,04	0,000
Фактор «Q3», стены	7,0 + 0,09	8,4 + 0,04	0,027
Фактор «Q4», стены	6,8 + 0,08	3,7 + 0,05	0,000
Фактор F1, стены	7,0 + 0,07	2,3 + 0,05	0,000
Фактор F2, стены	4,5 + 0,09	7,3 + 0,07	0,007
Фактор F3, стены	4,9 + 0,09	6,3 + 0,05	0,03

Как следует из приведенных данных, для лиц с алкогольной зависимостью характерно снижение умственных способностей, конкретность и ригидность мышления, затруднения в решении абстрактных задач, нахождение причинно-следственных связей (фактор «В»). Более низкие значения по фактору «С» и высокие по фактору «Q4» говорят об эмоциональной неустойчивости, импульсивности и напряженности обследуемых, требующие эмоциональной разрядки. Характерна резкая смена настроения, от хорошего до приступов агрессии и раздражительности, склонность к проявлению неадекватного поведения на критические замечания. Более низкие

значения по фактору «Н» говорят о низкой самооценке, неуверенности в своих силах и возможностях. Пациенты склонны проявлять осторожность, робость, осмотрительность, застенчивость и социальную пассивность в общении с окружающими. Показатели по факторам «О» и «F1» свидетельствуют о повышенном уровне тревожности, низкой стрессоустойчивости, беспокойстве и ранимости. Лица с алкогольной зависимостью ревнивы, эгоистичны, склонны проявлять настороженность по отношению к людям и стремятся возложить ответственность за ошибки на окружающих, о чем свидетельствуют более высокие показатели по фактору «L».

По достоверно различающимся показателям психофизиологического состояния для пациентов наркологического отделения характерно: низкий уровень психических процессов и сниженная операторская работоспособность, о чем свидетельствуют более высокие значения времени простой ($p = 0,023$) и сложной ($p = 0,41$) зрительно-моторной реакции. Преждевременные реакции на движущийся объект ($p = 0,012$) свидетельствуют о неуравновешенности нервных процессов с преобладанием силы возбуждения. По результатам методики вариабельности сердечного ритма выявлены высокий уровень напряженности регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы, перенапряжение механизмов адаптации и истощение функциональных резервов организма, о чем свидетельствует превышенный более, чем в 5 раз от нормы ($p = 0,001$) индекс напряжения регуляторных систем Р. М. Баевского.

В таблице 2 представлены достоверные различия средних значений параметров виброизображения в обследуемых группах по основным показателям программы VibraMED.

Таблица 2

Средние значения ($M + m$) параметров виброизображения у пациентов наркологического отделения (группа 1) и работников комбината (группа 2)

Параметры виброизображения	1 групп	2 группа	p
E1, «Агрессия», усл.ед.	33,97 + 0,15	28,49 + 0,19	0,013
E2, «Тревожность», усл.ед.	38,42 + 0,17	34,75 + 0,09	0,055
E3, «Опасность», усл.ед.	36,04 + 0,06	33,82 + 0,09	0,019
E5, «Уравновешенность», усл.ед.	67,02 + 0,15	71,40 + 0,08	0,012
E9, «Торможение», усл.ед.	13,23 + 0,04	15,53 + 0,04	0,000
Шкала «Негативные»	36,12 + 0,06	33,75 + 0,09	0,012
E7_V, «Энергичность», усл.ед.	21,80 + 0,18	17,40 + 0,21	0,072

Как следует из приведенных данных, лица с алкогольной зависимостью отличаются более низким уровнем уравновешенности (Шкала «Уравновешенности», $p = 0,012$). Они в большей степени склонны к проявлению раздражительности и агрессии (Шкала «Агрессия», $p = 0,013$), при этом их потенциальный уровень опасности для окружающих выше, чем в контрольной группе (Шкала «Опасность», $p = 0,019$). Также для группы лиц с алкогольной зависимостью характерно более

высокий уровень тревожности (Шкала «Тревожность», $p = 0,055$) и энергичности (шкала «Vi_Энергичность», $p = 0,072$) приводящие к излишней суетливости и усталости.

На рисунке 1 представлен суммарный профиль (в баллах) множественного интеллекта (Минкин, Николаенко, 2017) в обследуемых группах.

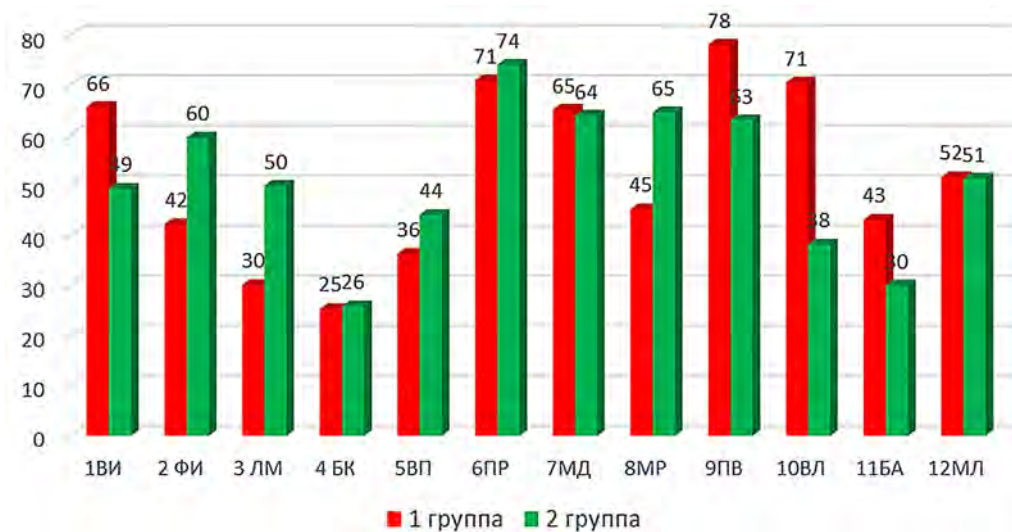


Рис. 1. Профиль множественного интеллекта у пациентов наркологического отделения (группа 1) и работников комбината (группа 2)

С использованием критерия Стьюдента установлено достоверное различие по внутриличностному (ВЛ, $p = 0,08$), философско-исследовательскому (ФИ, $p = 0,03$), логико-математическому (ЛМ, $p = 0,05$), музыкально-ритмическому (МР, $p = 0,003$), подвижническому (ПВ, $p = 0,04$) и вербально-лингвистическому (ВЛ, $p = 0,001$) интеллектам.

Более высокие значения по внутриличностному интеллекту в группе лиц с алкогольной зависимостью свидетельствуют об интровертированной направленности больных, склонности к уединению и отгороженности от окружающих.

Более низкие значения по философско-исследовательскому интеллекту свидетельствуют о неспособности к глубоким умозаключениям. Круг интересов обследуемых сужен и не выходит за рамки обыденных и рутинных дел.

Лица с алкогольной зависимостью отличаются конкретностью и некоторой ригидностью мышления, испытывают затруднения в решении абстрактных задач и нахождении причинно-следственных связей, о чем свидетельствуют более низкие значения по логико-математическому интеллекту.

Более высокие показатели по подвижническому и вербально-лингвистическому интеллектам характеризуют обследуемых как лиц с хорошо развитыми ораторскими способностями, искусно владеющих как устной, так и письменной речью, чья жизненная позиция основана на идеях гуманности и пацифизме. Анализ разности

сознательной и бессознательной реакции профиля МИ показал, что, отвечая положительно на вопросы и фотостимулы по оценке данных типов интеллекта, свыше 29% обследуемых давали заведомо ложные ответы, стремясь представить себя в более благоприятном свете.

Работники комбината отличаются развитыми логико-математическими способностями. Им легко дается оперировать числами и делать точные прогнозы, варьировать абстрактными понятиями, решать головоломки, тонко дифференцировать причинно-следственные связи. Низкие значения по внутриличностному интеллекту свидетельствуют о стремлении работников к общению и совместной работе. Они способны тонко чувствовать настроение других людей по их вербальным и невербальным проявлениям, что позволяет им устанавливать в коллективе непринужденное общение и урегулировать разногласия и недопонимания бесконфликтным путем. Это является неотъемлемой частью для успешного выполнения профессиональной деятельности. Более высокие показатели по философско-исследовательскому интеллекту говорят о способности работников к глобальным умозаключениям.

Достоверная взаимосвязь параметров виброизображения с наличием/отсутствием склонности к употреблению алкоголя дала возможность с использованием дискриминантного анализа (Ким, 1989) построить вероятностную у пациентов наркологического отделения (группа 1) и работников комбината (группа 2) номограмму ее формализованной идентификации (рис. 2). Средняя точность распознавания составляет 95,2%.

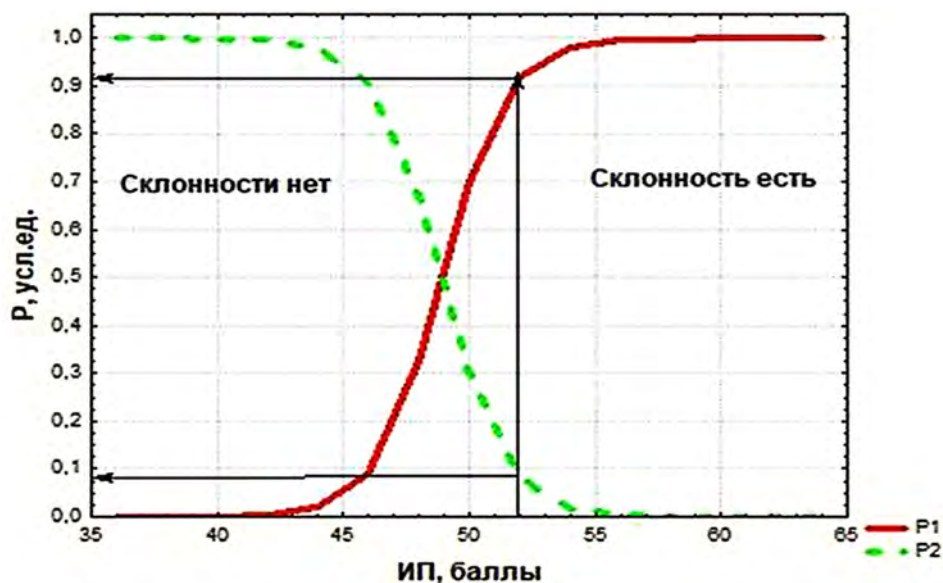


Рис. 2. Вероятностная номограмма формализованной оценки наличия/отсутствия склонности к употреблению алкоголя. По оси абсцисс отложены значения интегрального показателя (ИП) склонности к алкогольной зависимости

Формула расчета интегрального показателя склонности к алкогольной зависимости имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} \text{ИП} = & -22,95 - 0,36 \times E5_V - 0,17 \times E4 + 0,71 \times E7_V + 1,88 \times E1 + 0,86 \times E3 - \\ & -1,19 \times E7 - 0,15 \times E10_V + 0,13 \times E9_V; \\ & -22,95 - 0,36 \times E5_V - 0,17 \times E4 + 0,71 \times E7_V + 1,88 \times E1 + 0,86 \times E3 - \\ & -1,19 \times E7 - 0,15 \times E10_V + 0,13 \times E9_V, \text{ баллы.} \end{aligned}$$

Знак « $_V$ » соответствует вариабельности параметра виброизображения.

Правило использования вероятностной номограммы показано на рис. 2. Рассчитанное значение ИП наносится на ось абсцисс. Вероятности наличия/отсутствия склонности к алкогольной зависимости определяются соответствующим построением. Так при ИП = 55 баллов вероятность того, что склонность к употреблению алкоголя есть, равна 0,92 (92%), нет — 0,08 (8%).

Заключение

1. Психическая и физическая зависимость от алкоголя является недопустимым свойством для работников предприятий с потенциально опасными технологиями, поскольку это может привести не только к увеличению травматизма, снижению производительности труда и увеличивается количество брака в работе, но и безопасности функционирования предприятия в целом. Поэтому система медицинского обеспечения таких предприятий должна включать методы оперативного мониторинга наличия у работников склонности к алкогольной зависимости.

2. Цифровая технология виброизображения, обладающая такими важными свойствами как оперативность (время тестирования 1–3 минуты) и бесконтактность, является перспективным средством экспресс-диагностики склонности к употреблению алкоголя.

3. Математический анализ проведенных комплексных психофизиологических исследований по данным традиционных и оперативных методик экспресс-оценки психофизиологического состояния позволил установить, что параметры виброизображения с средней точностью 95,2% могут идентифицировать лиц, психическая и физическая зависимость от алкоголя имеет характер болезни. Это дает возможность своевременно применять медицинские и организационные мероприятия по снижению склонности к алкогольной зависимости.

Литература:

1. Ким, Дж.-О. и др. под ред. И. С. Енюкова (1989) Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. М.: Финансы и статистика, 215 с.
2. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>
3. 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>
4. Рожнов, В. Е., под ред. Морозова Г. В. (1983) Алкоголизм: (Руководство для врачей), М.: Медицина, 432 с.

Опыт применения технологии виброизображения в задачах медико-психофизиологического обеспечения военнослужащих

Е. С. Щелканова, Е. А. Журбин, И. В. Маркин, О. В. Битик

Федеральное государственное автономное учреждение «Военный инновационный
технополис «ЭРА», г. Анапа Краснодарского края, Россия,
technopolis.nio6@gmail.com

Аннотация: Статья посвящена совершенствованию методов медико-психофизиологического обеспечения военнослужащих. На примере операторов научных рот показана перспективность использования технологии виброизображения для экспресс-оценки состояния здоровья военнослужащих. Установлено, что указанные операторы имеют преимущественно низкий уровень риска нарушения здоровья. Характер динамики их предсменного психофизиологического состояния связан со стабильностью профессионального здоровья. Изучено влияние времени видеозаписи на параметры виброизображения.

Ключевые слова: Экспресс-диагностика, технология виброизображения, операторы научных рот, состояние здоровья, предсменное психофизиологическое состояние, время регистрации, параметры виброизображения.

Vibraimage Technology Application in the Fields of Medical and Psychophysiological Maintenance of Military Personnel

Elena S. Shchelkanova, E. A. Zhurbin, I. V. Markin, O. V. Bitik

Federal State Autonomous Institution "Military Innovative Technopolis "ERA",
Anapa, Krasnodar Territory (Krai), Russia,
technopolis.nio6@gmail.com

Abstract: The article discusses approaches of medical and psychophysiological maintenance improving for military personnel. The prospects of vibraimage technology using for assessing the health of military personnel are demonstrated by the example of scientific military units operators. Was established that scientific military units personnel have a predominantly low level risk of deviation from normal health. The dynamics of psychophysiological state, assessed before the work shift, is associated with the stability of professional health. The influence of the video monitoring period on the vibraimage parameters has been studied.

Keywords: Express diagnostics, vibraimage technology, vibraimage parameters, operators of scientific military units, medical and psychophysiological state, monitoring period.

Введение

Выполнение научно-исследовательских проектов в сфере развития высокотехнологичных наступательных и оборонительных вооружений на основе автоматизированных систем управления требует привлечения компетентных кадров для создания концептуально новых «мозговых центров» в подразделениях Министерства обороны Российской Федерации и структурах оборонно-промышленного комплекса, занимающихся перспективными военными разработками (Емельяненко, Петровская, 2015). Задачей по подготовке таких кадров служит формирование научных рот МО РФ, которые комплектуются из числа призывников с высшим образованием и опытом научной работы, от уровня профессионального здоровья и психофизиологических качеств которых зависит успешность выполнения возложенных на них задач. В целом можно отметить, что целый ряд аспектов медико-психофизиологического обеспечения военных кадров нуждается в совершенствовании. Они касаются обоснования, разработки и внедрения мероприятий по управлению профессиональным здоровьем военнослужащих (Сысоев и др., 2020; Янович и др., 2014).

В виду большого количества задач, возложенных на подразделения медицинского обеспечения военнослужащих, особенно в период пандемии новой коронавирусной инфекции, возникает необходимость иметь в своем распоряжении экспресс-методы оценки профессионального здоровья. К таким методам можно отнести перспективную технологию виброизображения: регистрацию и математическую обработку рефлекторных движений головы и лица человека (Минкин, 2020). Технология представляет большой интерес в прикладных медико-биологических исследованиях, в том числе, объектами которых выступают военнослужащие (Ивановский и др., 2021).

Целью настоящего исследования являлась экспресс-оценка профессионального здоровья операторов научных рот по параметрам виброизображения с обоснованием времени проведения тестирования.

Материалы и методы

Объектом исследования являлись операторы научных рот Военного инновационного технополиса «ЭРА» Министерства обороны РФ. Всего было обследовано 16 человек. Средний возраст составил $24,4 \pm 1,5$ года. Тестирование проводилось с использованием программы HealthTest (Минкин, Бобров, 2020). Время тестирования составляло 1 минута и 3 минуты. Всего было проведено 160 человеко/обследований, из которых 80 человеко/обследований — 3-минутные и 80 человеко/обследований — 1-минутные записи. По данным медицинских осмотров были определены наличие или отсутствие заболеваний систем органов, сгруппированных по системам: сердечно-сосудистая, дыхательная, пищеварительная, эндокринная и ряд других (Указ Президента РФ от 10.11.2007 № 1495 «Об утверждении общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации»). С использованием программы VibraStaff (VibraStaff, 2020) был проведен мониторинг предсменного психофизиологического состояния операторов научных рот (179 человеко/обследований).

В качестве решающих правил оценки профессионального здоровья использовались критерии, разработанные для спасателей МЧС России.

Результаты исследования анализировались с использованием программы STATISTICA v.8.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Для экспресс-оценки профессионального здоровья операторов научных рот использовался системо-комплекс параметров виброизображения, характеризующий уровень напряжения регуляторных систем организма (ИП, баллы), и решающие правила, позволяющие без проведения медицинского осмотра оперативно оценить риск наличия у человека признаков нарушения состояния здоровья (Бобров и др., 2021). С их использованием по параметрам виброизображения выделяются три типа состояний: 1) Низкий уровень напряжения регуляторных механизмов организма. Адекватное для сложившихся условий жизнедеятельности взаимодействие организма с внешней средой. Низкий уровень риска нарушения состояния здоровья (состояние ДС = 1); 2) Средний уровень напряжения регуляторных механизмов организма. Характеризуется несущественным выходом основных показателей функционального состояния за границы гомеостатической нормы, сниженной адаптацией к факторам жизнедеятельности, повышенным уровнем напряжения регуляторных механизмов организма. Повышенный уровень риска нарушения состояния здоровья (состояние ДС = 2); 3) Высокий уровень напряжения регуляторных механизмов организма. Значительный выход показателей функционального состояния за границы гомеостатической нормы, срыв адаптации к факторам жизнедеятельности, перенапряжение и истощение регуляторных механизмов организма с развитием патологических отклонений. Высокий риск нарушения состояния здоровья (состояние ДС = 3).

Установлено, что в 78% случаев состояние операторов научных рот соответствует классу ДС = 1, в 22% — классу ДС = 2. Состояний с высоким риском нарушения здоровья (ДС = 3) у них не наблюдалось.

Использованные критерии экспресс-оценки состояния здоровья особенно полезны при рассмотрении индивидуальной изменчивости состояния здоровья (рис. 1) для принятия медицинских, организационных и других мероприятий.

Полученные данные показывают, что наибольшая изменчивость индивидуального здоровья по данным экспресс-оценки отмечается у операторов 7, 9. Это мы связываем с наличием установленных заболеваний. Так по данным медицинских осмотров у 7-го обследованного имеются нарушения костно-мышечной системы и хронические заболевания пищеварительной системы, нарушения со стороны органов чувств. 9-й обследованный имеет нарушения костно-мышечной и нервной систем.

Данные предсменных психофизиологических обследований (Программа контроля психофизиологического состояния оператора VibraStaff) операторов научных рот показывают (рис. 2), что нестабильность состояния профессионального здоровья отражается на характере динамики предсменного состояния.

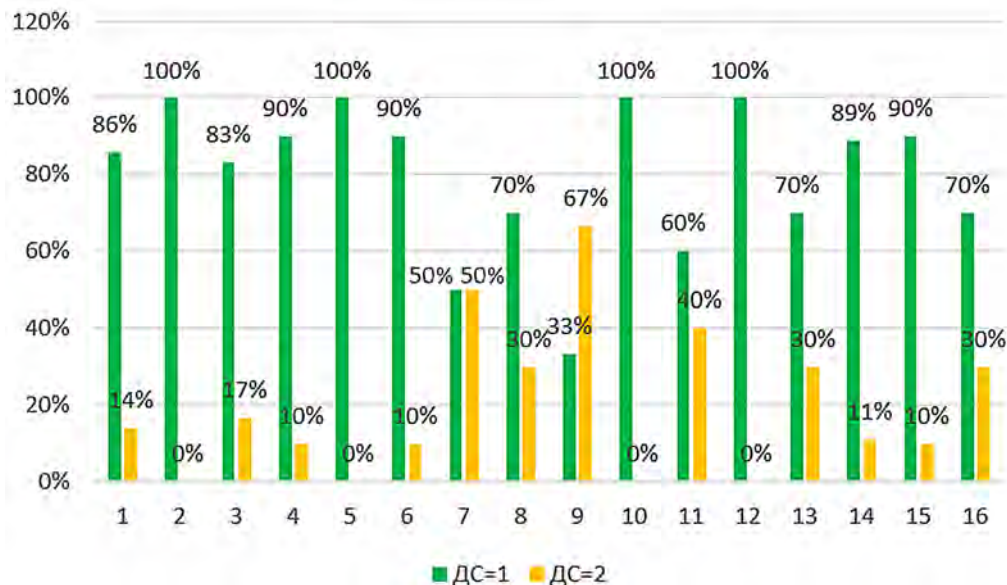


Рис. 1. Индивидуальная изменчивость состояния здоровья операторов научных рот.
По оси абсцисс указан номер обследованного

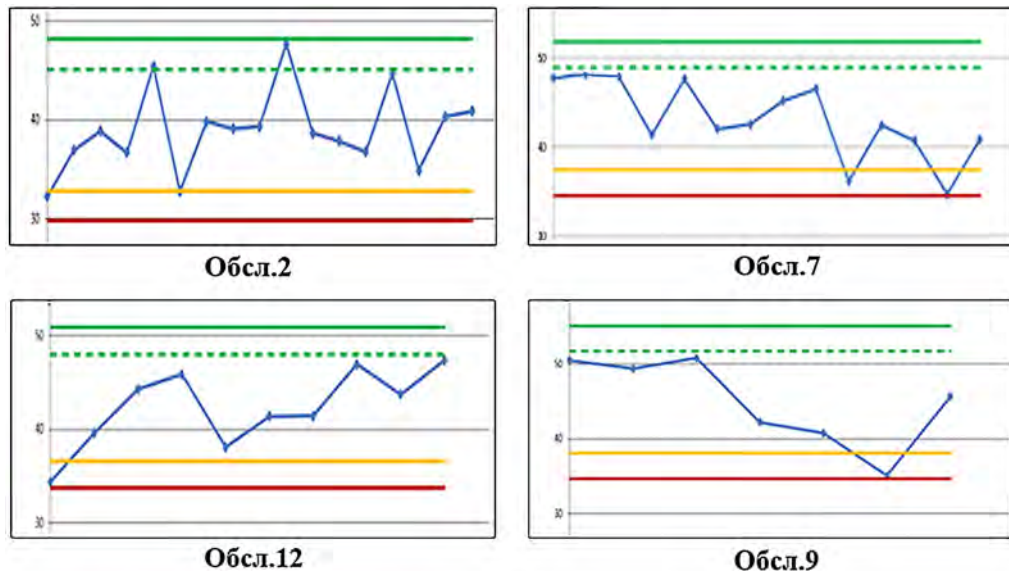


Рис. 2. Динамика предсменного психофизиологического состояния у лиц с разным уровнем профессионального здоровья.

Обозначения снизу-вверх: сплошная красная линия — нижняя 95% (недопустимая), сплошная желтая — нижняя 80% (условно допустимая), пунктирная зеленая — верхняя 80% допустимая; сплошная зеленая — верхняя 95% допустимая граница индивидуальной нормы

Хотя предсменное состояние всех операторов не выходило за границы индивидуальной нормы, операторы со стабильным профессиональным здоровьем имели или стабильное психофизиологическое состояние (оператор 2), или тенденцию к его улучшению (оператор 12). Операторы с нестабильным состоянием здоровья (обследованные 7, 9) имели выраженную тенденцию к ухудшению психофизиологического состояния. Полученные результаты рассматриваются как предварительные. Они будут уточняться по мере накопления данных.

При использовании экспресс-оценки профессионального здоровья важным является минимизация времени обследования. Особенно при скрининге больших профессиональных групп. В соответствии с поставленной целью исследования было проведено сравнение основных параметров виброизображения и их вариабельности при различном времени регистрации t : 1 и 3-минутных записях. Достоверность отличий (p) средних значений оценивалась с использованием t -критерия Стьюдента. В таблице 1 представлены основные параметры виброизображения ($M + m$) при различном времени регистрации.

Таблица 1

Средние значения ($M + m$) параметров виброизображения
при различном времени их регистрации

Параметры виброизображения	Время регистрации, t		p
	$t = 1$ минута	$t = 3$ минуты	
Е1, усл.ед.	30,5 + 0,7	32,1 + 0,8	0,13
Е2, усл.ед.	36,8 + 0,5	38,1 + 0,5	0,05
Е3, усл.ед.	30,4 + 0,7	31,7 + 0,5	0,15
Е4, усл.ед.	32,4 + 0,3	34,0 + 0,2	0,00
Е5, усл.ед.	69,3 + 0,5	68,0 + 0,6	0,09
Е6, усл.ед.	61,3 + 1,6	57,4 + 1,5	0,09
Е7, усл.ед.	14,8 + 0,5	15,7 + 0,5	0,19
Е8, усл.ед.	65,3 + 0,8	62,6 + 0,8	0,02
Е10, усл.ед.	22,2 + 0,7	26,0 + 0,9	0,00
[R], усл.ед.	30,5 + 1,2	20,6 + 0,8	0,00
[M], усл.ед.	6,8 + 0,2	6,3 + 0,1	0,02
Е5_V, усл.ед.	9,0 + 0,3	9,9 + 0,5	0,11
Е6_V, усл.ед.	19,7 + 3,0	24,6 + 2,0	0,18
Е7_V, усл.ед.	20,8 + 0,7	23,0 + 0,9	0,06
Е8_V, усл.ед.	9,5 + 0,5	12,0 + 0,7	0,01
ИП, баллы	28,2 + 1,4	29,2 + 1,1	0,58

Как следует из приведенных данных, значения параметров виброизображения изменяются при снижении времени записи как в сторону их увеличения, так в сторону уменьшения. Одно значение интегрального показателя (ИП) состояния здоровья (Бобров и др., 2021) не зависит от времени записи. Это связано с тем, что он представляет линейную комбинацию параметров виброизображения, которая нивелирует разнонаправленное их изменение.

Это подтверждает отсутствие достоверной взаимосвязи встречаемости описанных выше классов состояния здоровья ДС = 1, ДС = 2 со времени записи. Оценка проводилась с использованием критерия ХИ-квадрат Пирсона ($\chi^2 = 0,424$; $p = 0,51$). Однако, если состояние с низким уровнем риска нарушения профессионального здоровья (ДС = 1) с одинаковой частотой (50%/50%) встречалось в 1- и 3-минутных записях (рис. 3), состояние со средним уровнем риска (ДС = 2) на 14% чаще (57%/43%) встречалось при 1-минутной записи.

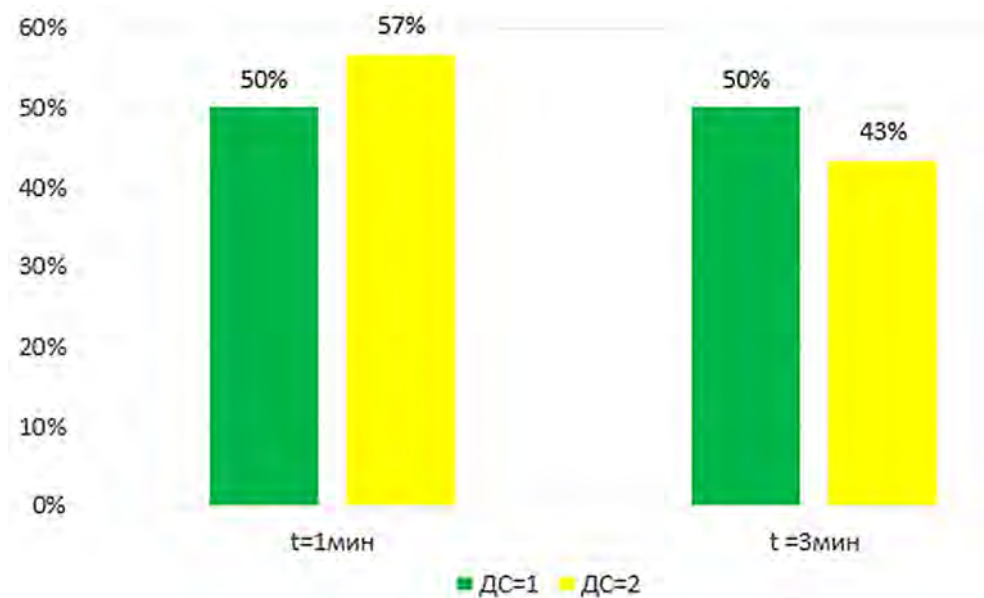


Рис. 3. Встречаемость классов состояния здоровья при разном времени регистрации параметров виброизображения

Полученные результаты показывают, что снижение времени регистрации параметров виброизображения хоть и уменьшает достоверность, но «ужесточает» оценку состояния здоровья. Отсутствие среди операторов лиц с высоким уровнем риска нарушения состояния здоровья не позволило подтвердить или опровергнуть сделанный предварительный вывод. Этот вопрос нуждается в дальнейшем изучении. До окончательного ответа на этот вопрос рекомендуется экспресс-оценку состояния здоровья проводить при 3-минутной регистрации параметров виброизображения.

Заключение

Технология виброизображения является перспективным инструментом при совершенствовании медико-психофизиологического обеспечения военных специалистов, создающих, внедряющих и использующих новые системы вооружения. Об этом свидетельствуют результаты проведенной экспресс-оценки профессионального здоровья операторов научных рот. В целом, уровень профессионального здоровья операторов является высоким. Однако лица, идентифицированные как относящиеся к классу ДС = 2, могут рассматриваться как относящиеся к группе повышенного риска. Они нуждаются в дополнительном медицинском обследовании и, при необходимости, в проведении реабилитационно-оздоровительных мероприятий. Это позволит предотвратить дальнейшее ухудшение состояния здоровья, повысить качество комплектования научных рот.

Практическое внедрение в военные организации и войска систем экспресс-оценки профессионального здоровья военнослужащих позволит оперативно оптимизировать режимы труда и отдыха военных специалистов, повышать профессиональную надежность при выполнении учебных и боевых задач и сохранять их профессиональное долголетие.

Литература:

1. Бобров, А. Ф. и др. (2021) Технология виброизображения в задачах экспресс-диагностики состояния здоровья лиц опасных профессий, Труды 4-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 24–25 июня 2021 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 111–119. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.RU.09>
2. Емельяненко, А. А., Петровская, М. В. (2015) Динамика личностных черт операторов научных рот как показатель военно-профессиональной мотивации и профессиональной пригодности к военной службе, Современные проблемы науки и образования, 2015, № 2–2. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=23215> (дата обращения: 07.04.2021).
3. Ивановский, В. С. и др. (2021) Психофизиологический экспресс-контроль лиц опасных профессий, управляющих системами вооружений, Медицина катастроф, 2021, № 1, С. 45–50. <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2021-1-45-50>
4. Минкин, В. А. (2020) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
5. Минкин, В. А., Бобров, А. Ф. (2020) Диагностика здоровья по оценке десинхронизации сигналов физиологических систем. Первые результаты практического применения программы HealthTest, Труды 3-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2020 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 121–130. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.14.VC3.RU>
6. Сысоев, В. Н. и др. (2020) Сохранение профессионального здоровья и долголетия с использованием экспертной системы, Известия Российской Военно-медицинской академии, 2020, № S3–5, С. 173–176.
7. Указ Президента РФ от 10.11.2007 № 1495 «Об утверждении общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации» (2007).
8. Янович, К. В. и др. (2014) О проблеме профессионального здоровья военнослужащих, Современные проблемы науки и образования, 2014, № 5. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=14631> (дата обращения: 07.04.2021).
9. VibraStaff (2020) Программа контроля психофизиологического состояния оператора; URL: <http://psymaker.com/downloads/VIManualRuVS.pdf> (дата обращения: 07/04/2021)

Нейролингвистический профайлинг как метод объективизации оснований для условно-досрочного освобождения

Я. Н. Николаенко, Г. В. Зазулин

ООО «Многопрофильное предприятие «ЭЛСИС», Санкт-Петербург, Россия,

nikolaenko@elsys.ru

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы применения ПО VibraNLP — методики адаптивного психофизиологического тестирования в деятельности судов и психологической службы ФСИН. Вносятся предложения объективизации оснований для УДО. Рассматриваются проблемы оценки степени исправления осужденных, отбывающих срок наказания в местах лишения свободы. Обсуждается проблема, как организовать процесс адаптации осужденного к новой жизни по итогам УДО, в аспекте профилактики нарушений общественного порядка.

Ключевые слова: адаптивное психофизиологическое тестирование, технология виброизображения, условно-досрочное освобождение (УДО), мера наказания, исправление осужденных.

Neuro Linguistic Profiling as Method for Parole Decisions Improving

Yana N. Nikolaenko, George V. Zazulin

Elsys Corp, St. Petersburg, Russia,

nikolaenko@elsys.ru

Abstract: the article discusses using the adaptive psychophysiological testing method by VibraNLP program in the courts activities and psychological service of the Federal Penitentiary Service. Proposals directs to objectify the grounds for parole. The article considers the problems of assessing the degree of convict correction in places of imprisonment. Discussed the problem of a convict adaptation to a new life following the results of parole, in the aspect of preventing violations of public order.

Keywords: stimuli adaptive psychophysiological testing, vibramage, parole, punishment, correction of convict.

Введение

УК РФ четко регламентирует меру наказания за совершенное преступление (Ст.15, Категории преступлений). В то же время, каждый человек, осужденный за преступление, имеет право «...просить о смягчении наказания» (Конституция РФ, ч. 3 ст. 50), т. е. имеет право на условно-досрочное освобождение (УДО). Согласно ч. 1 ст. 79 УК РФ, лицо, отбывающее наказание в виде лишения свободы, подлежит условно-досрочному освобождению, если «...судом будет признано, что для

своего исправления оно не нуждается в полном отбывании назначенного судом наказания, а также возместило вред (полностью или частично), причиненный преступлением, в размере, определенном решением суда».

УДО представляют собой освобождение от реального отбывания наказания на определенных условиях, так как суд освобождает лицо не от наказания, а от его реального отбывания. УДО от отбывания наказания — это мощный стимул к исправлению осужденного и единственный правовой инструмент, способный существенно изменить правовое положение осужденного в лучшую сторону (Сэндуляк, 2015, 2016). Согласно ч. 2 ст. 45 УИК осужденные к исправительным работам могут быть представлены к УДО, если доказали свое исправление. От осужденных к содержанию в дисциплинарной воинской части требуется примерное поведение и добросовестное отношение к военной службе и труду (ч. 2 ст. 167 УИК) (Попов, 2017).

Еще одной проблемой является занятость сотрудников уголовно-исполнительных инспекций ФСИН РФ (УИИ), а так же сотрудников полиции районных отделов МВД РФ, осуществляющих контроль за поведением УДО лиц. Так, например, в США подобную проблему попытались решить при помощи компьютерных технологий, а точнее, специального программного обеспечения в системе УДО. В пятнадцати американских штатах, использующих данное ПО, за 2011–2012 годы общее количество заключённых сократилось на 2% (Кастренакес, 2014). Это положительный опыт, показывающий эффективность внедрения компьютерных технологий в систему УДО. В целом, такой подход имеет ряд очевидных преимуществ: объективизация данных мониторинга активности осужденных, облегчение работы сотрудников уголовно-исполнительных инспекций ФСИН РФ (УИИ) и др. С нашей точки зрения, внедрение специального ПО в систему объективизации критериев УДО на базе отечественных разработок также может оказаться эффективным.

Таким образом, основная проблема заключается в инструментальной оценке степени исправления осужденного и необходимости создания такого инструмента. Действительно ли наказание за совершенное преступление может быть смягчено в виде УДО? Насколько безопасно для общества пребывание в нем осужденного, в рамках системы УДО? Речь также идет об оценке риска рецидива преступлений. В целом, эти и многие другие вопросы отражают суть деятельности судов и психологической службы ФСИН.

В данном исследовании анализируется возможность применения метода нейролингвистического профайлинга в деятельности судов и психологической службы ФСИН.

Организация и результаты исследования

Метод нейролингвистического профайлинга (VibraNLP) — программное обеспечение (ПО), созданное на базе технологии виброизображения. Виброизображение — это изображение, отражающее пространственно-временные параметры движения и вибрации объекта. Технология виброизображения (Минкин, 2007) позволяет анализировать двигательную активность (микровибрации) головы человека и в режиме реального времени преобразовывать световое видеоизображение

объекта в изображение, образованное накопленной межкадровой разностью. Виброизображение отражает среднюю скорость изменения видеоизображения в каждой его точке, рассчитанной за определенный период времени. Регистрируемые параметры микродвижений преобразуются в характеристики психофизиологического состояния (ПФС) человека (Минкин, 2020).

VibraNLP — адаптивный тип психофизиологического тестирования (ПФТ) с целью диагностики, мониторинга и контроля намерений и способностей человека (Минкин, Николаенко, 2020; Минкин, 2020). В данном исследовании под «фактором риска» рассматриваются скрытые и явные намерения, представляющие собой уголовно наказуемое деяние, с областью локализации в виде конкретных преступлений.

Структура VibraNLP включает в себя 144 утверждения и 144 зрительных стимула: по 72 вопроса-стимула на предварительное и основное тестирование, по 6 равнозначных по смысловой нагрузке вопросов на каждый измеряемый параметр. В процессе семиминутного тестирования испытуемый отвечает на опросник — LO_parole, состоящий из 24 утверждений, снабженных фото-стимулами (Николаенко, 2020; Минкин и др., 2020). Данный опросник (LO_parole) может быть применен с целью количественной оценки степени исправления осужденных, при выявлении групп риска противоправного поведения, мониторинга поведения при УДО от отбывания наказания. Программа VibraNLP определяет психофизиологическую реакцию (ПФР) испытуемых при предъявлении им нейтральных и многофакторных (значимых) стимулов.

Расчет профиля способностей множественного интеллекта (МИ) осуществляют на стадии предварительного тестирования, а диагностика фактора риска (в нашем исследовании — склонность к противоправному поведению) — в процессе предъявления значимых стимулов к исследуемому фактору на стадии основного тестирования. Предварительное и основное тестирования проводятся последовательно без перерыва. Стимулы, предъявляемые на стадии основного тестирования, отражают личные приоритеты осужденного (в виде профиля способностей), связанные к фактору риска — противоправному поведению.

Противоправное поведение ранжировано по степени тяжести преступлений. Соответственно вопросы-стимулы и фото-стимулы отражают направленность преступления и степень его тяжести, одновременно.

Рассмотрим основные принципы подбора стимулов, для опросника LO_parole, ПО VibraNLP, на модели творческого типа МИ:

Примеры, вопросов из предварительного тестирования (на основе случайного выбора):

1. Я имею возможности создавать что-то новое и необыкновенное.
2. Творческий человек всегда деятелен: знает, как и что хочет сделать.

Примеры вопросов из основного тестирования. Вопросы 1-го уровня, отражающие готовность к совершению тяжких и особо тяжких преступлений:

1. Планирование убийства — увлекательная и приятная задача.
2. Убивать можно, главное продумать детали.

Примеры вопросов из основного тестирования. Вопросы 2-го уровня, отражающие готовность к совершению преступлений средней степени тяжести:

1. Вы согласны с утверждением: «На краже попадаются лишь непрофессионалы».
2. Вы согласны с утверждением: «Воровать можно и нужно, если умеешь».

Пример результатов прохождения тестирования человека, не склонного к противоправным действиям (отрицательная чувствительность к предъявляемому фактору) приведен на рисунках 1 и 2. Показан результат сравнения общего (рис. 1) и психофизиологического (рис. 2) профилей.

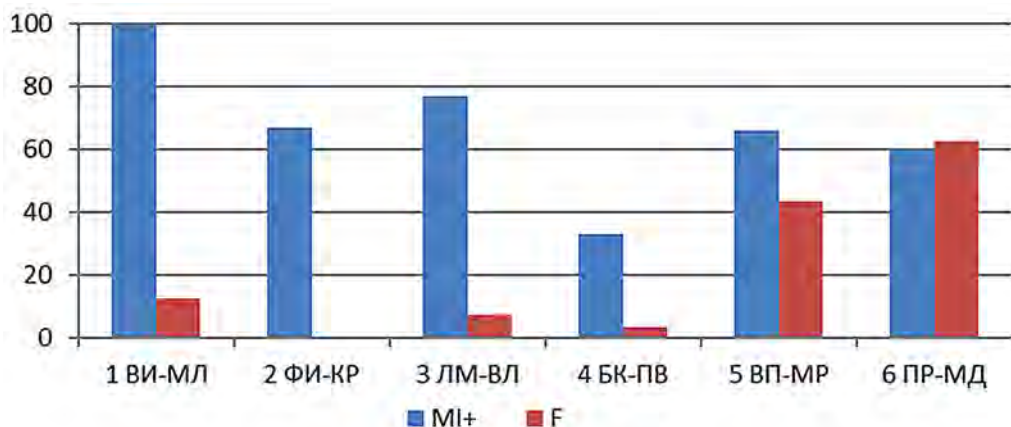


Рис.1. Сравнительные профили ПФТ с оценкой ПФР на нейтральные и многофакторные стимулы

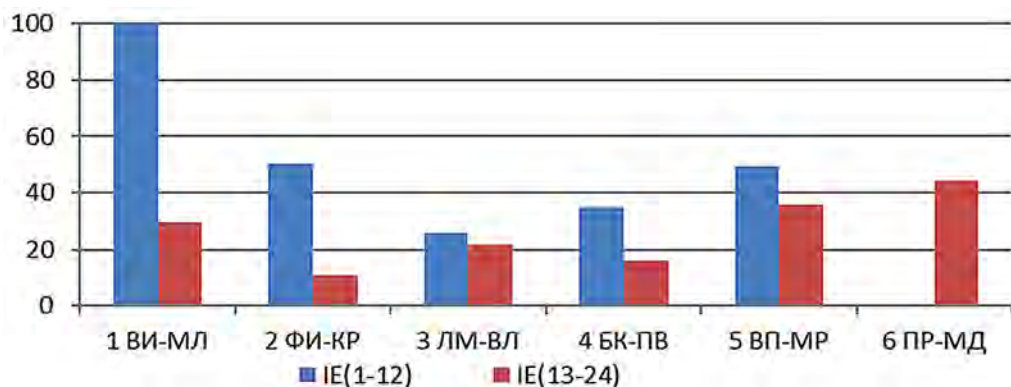


Рис.2. Сравнительные профили ПФТ с оценкой бессознательной ПФР на нейтральные и многофакторные стимулы.

Условные обозначения к рисункам 1 и 2: MI — множественный интеллект (способности), F — фактор риска противоправных действий, IE — психофизиологическая реакция. ВИ, МЛ, ФИ, КР, ЛМ, ВЛ, БК, ПВ, ВП, МР, ПР, МД — аббревиатура названий разных типов МИ (Минкин, 2020)

Сравнительная гистограмма парных психофизиологических профилей МИ при предварительном тестировании (левые столбцы в каждой паре МИ) и тестирования на предрасположенность к противоправным действиям (правые столбцы, в каждой паре МИ) были получены в соответствии с предложенным способом тестирования и с учетом совместного профиля сознательной и бессознательной реакции (рис. 1) и профиля бессознательной реакции испытуемого (рис. 2). По данным, представленным в рисунке 2, очевидно преимущество реакции предварительного тестирования над основным тестированием как для общего, так и для психофизиологического профилей (IE). Числовой эквивалент характеристик рисунков 1 и 2 представлен в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительные результаты ПФТ лояльного испытуемого

Результат IE							
N		MI(IE)	F(IE)	Δ	$\Delta\%$	q(MI)	q(F)
1	ВИ-МЛ	100	30	70	70,35%	1;5	13.1;14.1
2	ЛМ-ВЛ	26	22	4	16,02%	2;2	17.2;18.2
3	ФИ-КР	51	11	40	78,48%	5;5	15.3;15.3
4	ВП-МР	49	36	14	27,51%	5;2	21.4;22.4
5	ПР-МД	0	44	-44	-100,00%	4;2	23.5;24.5
6	БК-ПВ	35	16	19	53,92%	4;5	19.6;20.6
	MI + (IE), F + (IE)	62	38	24	24,40%		
	MI(3IE), F(3IE)	74	26	48	47,88%		
	F(U), F(S)	61	39	21	21,50%		

Результаты приведенного в таблице 1 тестирования показывают отсутствие предрасположенности испытуемого к значимому фактору (противоправное поведение) и отображаются как норма по 3 положительным коэффициентам, приведенным в нижней части таблицы 1, MI + (IE), F + (IE); MI(3IE), F(3IE); F(U), F(S).

Таким образом, определение склонности к противоправному поведению осужденного — это решаемая задача в рамках разработанного психофизиологического тестирования VibraNLP (в комплексе с традиционными методами оценки оснований для УДО).

Заключение

Из результатов проведенного исследования следует, что метод адаптивного психологического и/или психофизиологического тестирования — это инструмент, позволяющий добиться более высокой точности прогноза поведения осужденных по сравнению с известными психологическими методами диагностики (анкеты, опросники, тесты и пр). ПО VibraNLP может применяться с целью количественной

оценки степени исправления осужденных, при выявлении групп риска противоправного поведения, мониторинга поведения при УДО от отбывания наказания и др. Также, VibraNLP может с успехом применяться при оценке адекватности поведения человека в случаях выдачи лицензии на хранение и ношение оружия. Описанный метод отличается компактностью и точностью. Время ПФТ испытуемого составляет не более 7 минут. Методика тестирования проста для обслуживающего персонала и индивидуальна для каждого тестируемого осужденного.

Система условно-досрочного освобождения является значимым мотивирующим фактором на пути к исправлению осужденного. В этой связи возникает необходимость в модернизации отдельных сегментов системы по УДО, а точнее, оснований, отраженных в документах, фигурирующих в деятельности судов и психологической службы ФСИН. Речь идет об активном внедрении новых компьютерных технологий оценки поведения осужденного в процессе его исправления. Мы надеемся, что метод нейролингвистического профайлинга (VibraNLP) позволит максимально упростить процедуру анализа оснований для УДО, снизив число рецидивов в будущем.

Литература:

1. Кастренакес Джейкоб (перевод В. Коробкина) (2014) США: вопросы УДО решает компьютер, Ведомости уголовно-исполнительной системы, 2014, № 6, С. 71.
2. Минкин, В. А. и др. (2020) Способ психологического и/или психофизиологического тестирования, Заявка № 20200118568 на патент РФ. ООО «МП «Элсис». Заявл. май 2020.
3. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме. 108 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>
4. Минкин, В. А. (2020) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
5. 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. 111–120. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.13.VC3.RU>
6. 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. 104–110. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.12.VC3.RU>
7. Попов, К. В. (2017) Условно-досрочное освобождение — право суда, The Newman In Foreign Policy, Март–апрель 2017 г., № 36 (80), С. 73–74.
8. Сэндуляк, К. И. (2015) К вопросу о сроках представления осуждённого к условно-досрочному освобождению: опыт постсоветского пространства, Евразийский Союз Ученых (ЕСУ), Юридические науки, 2015, № 11 (20), С. 153–156.
9. Сэндуляк, К. И. (2016) О взаимосвязи норм уголовно-процессуального, уголовного и уголовно-исполнительного права, регулирующих УДО, Ведомости уголовно-исполнительной системы, 2016, № 7, С. 12–16.

Адаптивное психофизиологическое тестирование как метод предупреждения различных форм экстремизма

Я. Н. Николаенко

ООО «Многопрофильное предприятие «ЭЛСИС», Санкт-Петербург, Россия,
nikolaenko@elsys.ru

Аннотация: В статье рассматривается возможность применения ПО VibraNLP — методики адаптивного психофизиологического и психологического тестирования в предупреждении экстремистской деятельности. Рассматриваются две разные типологические модели характеристики личности, которые можно использовать на стадии основного и предварительного тестирования. Приведены экспериментальные данные сравнительного анализа двух независимых типологических моделей — множественного интеллекта и акцентуаций личности. Подробно рассмотрен алгоритм подбора стимулов, применяемых в ПО VibraNLP (в том числе — ограничения, накладываемые при использовании фотостимулов из базы данных IAPS).

Ключевые слова: подбор стимулов, Международная система аффективно окрашенных изображений (IAPS), адаптивное тестирование, экстремизм, предубеждение, виброизображение, VibraNLP, множественный интеллект, акцентуации личности.

Adaptive Psychophysiological Testing for Preventing of Various Extremism Forms

Yana N. Nikolaenko

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

Abstract: The article considers VibraNLP program using the adaptive psychophysiological and psychological testing technique in the different services for extremist activities prevention. Two different typological models are considered that can be used at the stages of pretesting and basic testing. Data of comparative analysis for two independent typological models — multiple intelligences and personality accentuations are presented. The method of stimuli selection used in VibraNLP program based on vibraimage technology is analyzed in details (including the restrictions imposed by the use of photo stimuli from the IAPS database).

Keywords: stimuli selection, International Affective Picture System, IAPS, adaptive testing, extremism, prejudice, vibraimage, VibraNLP, multiple intelligences, personality accentuation.

Введение

Этиология экстремизма, как социально-психологического явления, подразумевает различные подходы к выявлению лиц, поведение которых представляет угрозу для общества. Наряду с традиционными методами психологической диагностики (тестирование, опросные методы и др.), широко применяемыми

ведомственными психологами, существуют и другие методы, такие как программное обеспечение (ПО) на базе технологии виброизображения. Виброизображение — технология, прекрасно зарекомендовавшая себя в качестве объективного, надежного и простого в эксплуатации инструмента. На базе технологии виброизображения созданы различные виды ПО, в том числе — ПО VibraNLP. Возможности способов психофизиологического тестирования на базе технологии виброизображения включают в себя получение в режиме реального времени сознательных и бессознательных ответов (реакций) испытуемого. Такой подход значительно повышает качество обработки полученных экспериментальных данных, позволяет экспериментатору анализировать результаты тестирования, практически, без искажений (Минкин, 2007; 2020).

В 2020 году впервые были опубликованы результаты адаптивного психофизиологического и психологического тестирования на базе ПО VibraNLP в рамках пилотного исследования. Представленная читателю методика включала в себя разработку нейтральных стимулов и стимулов разной степени значимости к исследуемому фактору: экстремизму, в форме терроризма. В статье рассматривается возможность применения VibraNLP для различных служб, деятельность которых сопряжена с предупреждением и противодействием экстремизму. Основной акцент работы был сделан на структуре методики и алгоритму подбора стимулов, применяемых в ПО VibraNLP, на базе технологии виброизображения (Николаенко, 2020; Минкин и др., 2020).

Целью данного исследования стала валидизация двухуровневой модели адаптивного тестирования склонности к экстремизму на основе разных типологических профилей (профиля множественного интеллекта (МИ) и акцентуаций личности (АЛ)).

Гипотеза: Предполагается, что модель адаптивного психофизиологического тестирования является универсальной по отношению к любой типологической модели характеристик личности, используемой на стадии предварительного тестирования. При этом, выбор фактора риска — прерогатива конкретного исследования, т.е. изучать можно любой фактор риска, привязывая его к любой валидной типологической модели личности, способностей и пр. Основным принципом получения валидных результатов является факторная оценка, полученная при разложении характеристик личности на разные типологические модели.

Методы исследования

ПО VibraNLP (Минкин&Николаенко, 2020; Минкин и др., 2020) — адаптивный тип психофизиологического тестирования с целью диагностики, мониторинга и контроля намерений и способностей человека. В данном исследовании под «фактором риска» рассматривались скрытые и явные намерения экстремистской направленности. Все виды экстремизма ранжированы от прямых форм с личным участием — к косвенным формам (пособничество, в различных вариантах) экстремизма.

Виды экстремизма:

1. Экстремизм, в форме терроризма: уровень идеологических предрассудков, подкрепленный готовностью к личному участию или реальным опытом противоправных действий террористической направленности.

2. Экстремизм, в форме неонацизма, фашизма и расизма: уровень идеологических предрассудков.

3. Социальная отчужденность: социальное равнодушие, невмешательство, уровень косвенных идеологических предрассудков.

В отличие от исследования 2020 года (Николаенко, 2020) данное исследование включало в себя сравнительный анализ двух типологических моделей, используемых на стадии предварительного, а затем и основного тестирования: модель Г. Гарднера — оценка Множественного интеллекта; модель К. Леонгарда — оценка акцентуаций личности. Обе типологических модели хорошо себя зарекомендовали в различных академических психологических исследованиях, а так же на базе ПО VibraMI и PsyAccent.

Каждый испытуемый проходил тестирование 2 раза. Первое тестирование — при помощи ПО VibraNLP на базе технологии виброизображения, опросник LO (за основу взята модель Множественного интеллекта), второе тестирование — опросник LO_PA (модель акцентуаций личности). Итого: 144 утверждения и 144 зрительных стимула (по 72 на предварительное и основное тестирование; по 6 равнозначных по смысловой нагрузке вопросов на каждый измеряемый параметр), с факторной привязкой к доминирующим акцентуациям личности; 144 утверждения и 144 зрительных стимула, с факторной привязкой к множественному интеллекту. В процессе как первого, так и второго тестирования испытуемому предъявлялись 24 утверждения, снабженных фото-стимулами. Период предъявления стимулов 5 и 15 сек на каждый опросник. Таким образом, каждый испытуемый прошел по 2 раза каждый из опросников.

Количество испытуемых 20 человек: 10 женщин и 10 мужчин, русские.

Организация эксперимента и результаты исследования

Достаточно часто в исследованиях, сопряженных с оценкой эмоциональных реакции на зрительные стимулы, используются фотографии из базы данных IAPS (International Affective Picture System). Это популярное и достаточно эффективное решение локальных задач исследования, когда необходимо убедиться, что зрительный стимул испытуемый видит впервые. В существующей версии ПО VibraNLP не используются фотографии из базы данных IAPS, поскольку открытый доступ к ПО противоречит основным принципам IAPS: запрет на публикацию фото, использование фото в коммерческих продуктах, включая ПО и др. Еще одна причина заключается в том, что каждая из категорий IAPS содержит лишь ограниченное количество фотографий, в то время как для проведения надежного исследования их требуется больше. К сожалению, с этой проблемой сталкивались и другие исследователи (Васанов, Марченко, 2013). По этой причине мы отказались от

возможности использовать фотографии из базы данных IAPS. Однако некоторые фотографии, используемые в нашем исследовании, являются почти точным аналогом фото (например, 9940) из базы данных IAPS, но взяты из открытых источников. Таким образом все фотографии, применяемые в ПО VibraNLP — это фотографии из открытых источников.

В нынешней версии алгоритм расчета данных по VibraNLP не претерпел изменений (Минкин и др., 2020). Расчет профиля множественного интеллекта (МИ) или профиля акцентуаций личности (АЛ) осуществляют на стадии предварительного тестирования, а диагностика фактора риска (наличие намерений экстремистской направленности) в процессе основного тестирования.

Предварительное и основное тестирования проводятся последовательно без перерыва. Значимость стимулов, предъявляемых в процессе основного тестирования, пропорциональна приоритетности пар МИ или АЛ, определенных на предварительном тестировании. Порядок предъявления стимулов для разных типов МИ или АЛ идентичен в первой и второй части психофизиологического тестирования. Стимулы, предъявляемые на стадии основного тестирования, отражают приоритеты МИ или АЛ, привязанные к фактору риска (экстремизму). Компоновка стимулов предполагает, что выявить человека, принадлежащего к группе риска, возможно, лишь привязывая стимулы к профилю МИ или АЛ, из предварительного тестирования, т. е. к *индивидуально значимым* сферам жизни, интересам и пр. Пример стимульного материала, на основе типологической модели множественного интеллекта (МИ) был приведен нами в предыдущем исследовании (Николаенко, 2020). Аналогичный подход использовался при адаптации типологической модели акцентуаций личности к системе адаптивного психофизиологического тестирования, на базе ПО VibraNLP. В таблице 1 приведен пример стимульного материала (визуальный и вербальный) для аффективно-экзальтированного типа акцентуации личности.

Рассмотрим подробнее полученные результаты:

Одной из задач исследования было сравнение результатов по опросникам NLP_MI и NLP_PA (рис. 1).

Рисунок 1 иллюстрирует совпадение средних значений по коэффициенту лояльности в отношении обоих опросников. Бальная оценка коэффициента лояльности может варьировать от 0 до 5 баллов: чем выше балл, тем ниже вероятность противоправных действий (в данном исследовании — склонность к экстремизму). При периоде предъявления стимулов с задержкой в 15 секунд результаты по данным опросников NLP_MI и NLP_PA полностью совпали — 4,31 балла. Уменьшение периода предъявления стимулов до 5 секунд также не привело к существенным различиям: 4,15 балла по NLP_PA и 4,23 балла по NLP_MI, т. е. отличия в пределах одной десятой. Таким образом, результаты по NLP_MI и NLP_PA совпали даже при разном времени предъявления стимулов. Следовательно, принцип разложения характеристик личности на составляющие не влияет на оценку предрасположенности личности к исследуемому фактору и выдвинутая в начале данной статье гипотеза считается доказанной.

Таблица 1

Адаптивное психофизиологическое тестирование склонности к экстремизму, на базе ПО VibraNLP. Алгоритм подбора стимулов на примере аффективно-экзальтированного типа акцентуации личности

Предварительное тестирование	Основное тестирование
Примеры вопросов, на основе случайного выбора:	Пример вопроса 1-го уровня: готовность к экстремизму, в форме терроризма (в том числе — пиратства и захвата заложников)  1. Есть что-то волнующее и прекрасное в жизни пирата, террориста, убийцы? Пример вопроса 2-го уровня: готовность к экстремизму, в форме национализма, фашизма и расизма:  а) Временами ощущение безграничной радости буквально переполняют Вас? б) Ваши чувства отличаются яркостью: от безудержного счастья к невыносимой тревоге? 2. Черные флаги и свастика приводят Вас в восторг? Пример вопроса 3-го уровня: готовность к экстремизму, в форме косвенных идеологических предрассудков (социальной отчужденности)  3. Вы всегда против существующих правил и порядков?

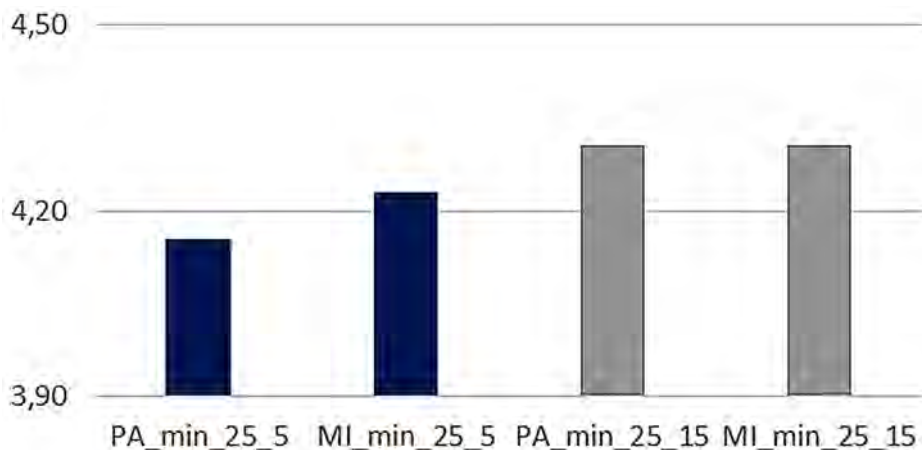


Рис. 1. Средние значения коэффициента лояльности, в баллах, по данным опросников NLP_MI и NLP_PA.

Условные обозначения: 5 и 15 — последняя цифра, указывающая на период предъявления стимулов с задержкой 5 и 15 секунд для опросников NLP_MI и NLP_PA

Заключение

На сегодняшний день трудно переоценить роль психологических служб в профилактике различных видов правонарушений. Предупреждение и противодействие экстремизму — важная составляющая деятельности различных специальных служб, в состав которых входят как оперативные работники, так и ведомственные психологи. VibraNLP — это современный инструмент объективизации полученных данных, позволяющий комплексно решать проблему предупреждения противоправных действий специалистами различных служб.

Основным принципом получения валидных результатов в ПО VibraNLP на базе технологии виброизображения является факторная оценка, полученная при разложении характеристик личности на разные типологические модели. Идентичные результаты факторных оценок при разных методах разложения характеристик личности свидетельствуют о том, что модель адаптивного психофизиологического тестирования является универсальной по отношению к самым разным типологическим моделям (способностей, свойств личности, характера и пр.). Это открывает простор для различных направлений исследования. Можно исследовать predisposedness человека к тому или иному фактору риска, привязывая его к интересующим сферам жизнедеятельности. Основным условием такой привязки будет актуальность в форме индивидуальной значимости параметров типологической модели. На наш взгляд, это полезная информация в рамках любого типологического исследования. Ведь поиск «уязвимого места» или «места наименьшего сопротивления» (по меткому выражению А. Е. Личко) — это превентивная составляющая исследований подобного класса, т. е. на базе технологии виброизображения.

Литература:

1. Васанов, А. Ю., Марченко, О. П., Севостьянова, М. С. (2013) Подбор культурноспецифичных эмоционально окрашенных фотоизображений для экспериментальных исследований. *Экспериментальная психология*, 2013, Т. 6, № 4, С. 105–114.
2. Минкин, В. А. и др. (2020) Способ психологического и/или психофизиологического тестирования. Заявка № 20200118568 на патент РФ. ООО «МП «Элсис». Заявл. май 2020.
3. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме, 108 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>
4. Минкин, В. А. (2020) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
5. 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. 111–120. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.13.VC3.RU>
6. 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. 104–110. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.12.VC3.RU>

Проявление тревоги и депрессии у больных с химической зависимостью в постабстинентном периоде

Я. Н. Николаенко¹, А. И. Аксенов²

¹ООО «Многопрофильное предприятие «ЭЛСИС», Санкт-Петербург, Россия,
nikolaenko@elsys.ru

²СПб ГБУЗ «Городская наркологическая больница», Санкт-Петербург, Россия,
sattele2014@yandex.ru

Аннотация: В статье анализируется роль употребления психоактивных веществ в формировании депрессивного комплекса поведенческих расстройств на примере пациентов с алкогольной зависимостью и пациентов с зависимостью от синтетических катинонов (α-PVP). Исследуется мотивационно-ценностный компонент клинической тревоги и депрессии. При помощи технологии виброизображения анализируется влияние малых доз алкоголя на ПФС человека без признаков химической зависимости.

Ключевые слова: химическая зависимость, зависимость от синтетических катинонов (α-PVP), алкогольная зависимость, постабстинентный период, тревога, депрессия, дисфорические расстройства, мотивационная структура ценностей, виброизображение, VibraMED.

Manifestation of Anxiety and Depression for Patients with Chemical Dependence in Postabstinent Period

Yana N. Nikolaenko¹, Aleksey I. Aksenov²

¹Elsys Corp, St. Petersburg, Russia,
nikolaenko@elsys.ru

²St. Petersburg State Budgetary Healthcare Institution "City Narcological Hospital",
St. Petersburg, Russia,
sattele2014@yandex.ru

Abstract: The article analyzes the role of psychoactive substances use in the formation of a depressive complex of behavioral disorders on the example of patients with alcohol dependence and patients with dependence on synthetic cathinones (α-PVP). The motivational-value component of clinical anxiety and depression is investigated. With the help of vibroimage technology, the influence of small doses of alcohol on the PPS of a person is analyzed, without signs of chemical dependence.

Keywords: chemical dependence, dependence on synthetic cathinones (α-PVP), alcohol dependence, post-withdrawal period, anxiety, depression, dysphoric disorders, motivational structure of values, vibroimage, VibraMED.

Введение

Зависимость от психоактивных веществ (ПАВ) является одной из наиболее актуальных проблем современной практической наркологии и психиатрии. Вниманию специалистов все чаще привлекают различные аспекты зависимости, сопровождающейся аффективными расстройствами. По данным Вострикова В. В. (2006): «Аффективная патология присуща всем этапам формирования и течения зависимости от ПАВ. Согласно исследованиям отечественных ученых, аффективные расстройства сочетаются с зависимостью от ПАВ в 32–85% случаев». Нарушения в эмоциональной сфере являются составной частью патологического влечения к ПАВ. В рамках синдрома патологического влечения данные расстройства могут проявляться с различной интенсивностью, вызывать обострение заболевания, затруднять проведение терапевтических и реабилитационных мероприятий (Илюк, 2011).

Нет сомнений в том, что зависимость от ПАВ неблагоприятно сказывается на течение аффективных расстройств, как и наличие субдепрессивной и депрессивной симптоматики в структуре постабстинентного синдром. В этой связи представляется важным исследовать мотивационно-ценностный компонент тревоги (Николаенко, 2016) с целью купирования отдельных симптомов постабстинентного синдрома. Так же, не менее значимым представляется необходимость исследовать воздействие алкоголя на аффективную сферу человека, без химической зависимости.

Объект и методы исследования

Объектом исследования стали 30 добровольцев, в возрасте от 31 до 42 лет:

10 человек — без клинических диагнозов зависимого поведения;

20 человек — пациенты, проходящие курс стационарного лечения на отделении реабилитации Городской наркологической больницы.

Группа № 1: 10 пациентов с зависимостью от алкоголя с диагнозом F10.212 (психические и поведенческие расстройства, вызванные употреблением алкоголя. Воздержание в условиях, исключающих употребление), по МКБ-10. Этап реабилитации — основной (2-й и 3-й месяц госпитализации).

Группа № 2: 10 пациентов с зависимостью от синтетических катинонов (а-PVP) с диагнозом F15.212 (психические и поведенческие расстройства, вызванные употреблением других стимуляторов. Воздержание в условиях, исключающих употребление), по МКБ-10. Этап реабилитации — основной (2-й и 3-й месяц госпитализации).

Примечание: Альфа-ПВП (альфа-PVP, альфа-пирролидинопентиофенон) — рекреационный психостимулятор синтетического происхождения. Относится к классу катионов. Является дезметиловым аналогом пировалерона, представитель нового класса альфа-пирролидинофенонов. Оказывает стимулирующее действие на центральную нервную систему путем повышения синтеза и высвобождения дофамина, норадреналина в структурах головного мозга. Наркотик вызывает быстрое привыкание и является одним из наиболее трудных в терапии химической зависимости, из-за сложностей выведения основного компонента из организма человека.

Из исследования были исключены больные (экспериментальная группа № 2 и № 3) с психотическими заболеваниями, не связанными с наркологической патологией и больные с острым соматическим состоянием.

Группа № 3: 10 человек, находящихся в легкой степени алкогольного опьянения (концентрация этилового спирта в крови от 0,3 ‰ до 1,5‰, эйфорическая стадия алкогольного опьянения); без клинических диагнозов зависимого поведения.

Методы исследования

1. Госпитальная шкала тревоги и депрессии HADS. Шкала разработана Zigmond A. S. и Snaith R.P (1983) для выявления и оценки тяжести депрессии и тревоги в условиях общемедицинской практики.

2. Опросник ситуативной и личностной тревоги Спилбергера-Ханина.

3. Методика мотивационных предпочтений «Три желания» (адаптация, модификация) на основе подхода Милтона Рокича — оценка мотивационно-ценностного компонентов тревоги в постабстинентный период. Испытуемому предлагалось озвучить 3 наиболее заветных желания. Полученные ответы ранжировались, исходя из подхода Милтона Рокича об инструментальных и терминальных ценностях. Максимальное количество ответов, которое мог дать испытуемый — 3 ответа, т. е. озвучить 3 желания/цели.

4. ПО VibraMED на базе технологии виброизображения (Минкин и др., 2020). Мониторинг основных показателей ПФС под воздействием алкоголя.

Виброизображение — это изображение, отражающее пространственно-временные параметры движения и вибрации объекта. Технология виброизображения позволяет анализировать микродвижения человека в режиме реального времени и преобразовывать световое видеоизображение объекта в изображение, образованное накопленной межкадровой разностью. Виброизображение отражает среднюю скорость изменения видеоизображения в каждой его точке, рассчитанной за определенный период времени. Регистрируемые параметры микродвижений преобразуются в характеристики психофизиологического состояния (ПФС) человека (Минкин, 2007; 2020).

Результаты исследования

Проявление тревоги и депрессии у пациентов с алкогольной зависимостью и пациентов с зависимостью от синтетических катинонов (a-PVP) в постабстинентный период

Первоначально, рассмотрим полученные результаты по методике HADS: действительно ли наличие субдепрессивной и депрессивной симптоматики характерно для постабстинентного синдрома. У больных с зависимостью от синтетических катинонов (a-PVP) более ярко проявился тревожно-депрессивный симптомокомплекс, в сравнении с пациентами с алкогольной зависимостью (рис. 1).

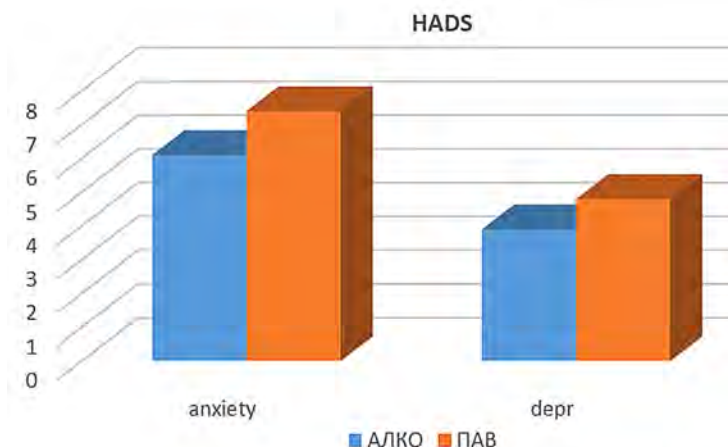


Рис. 1. Госпитальная шкала тревоги и депрессии HADS.

Условные обозначения: anxiety — шкала тревоги; depr — шкала депрессии; АЛКО — экспериментальная группа № 1 (F10.212); ПАВ — экспериментальная группа № 2 (F15.212)

Эти же данные были подтверждены в процессе анализа ситуативной и личностной тревоги опросником Спилбергера-Ханина (рис. 2). В то же время, выявленная тенденция более очевидна по результатам диагностики тревоги и депрессии по методике HADS (рис. 1).

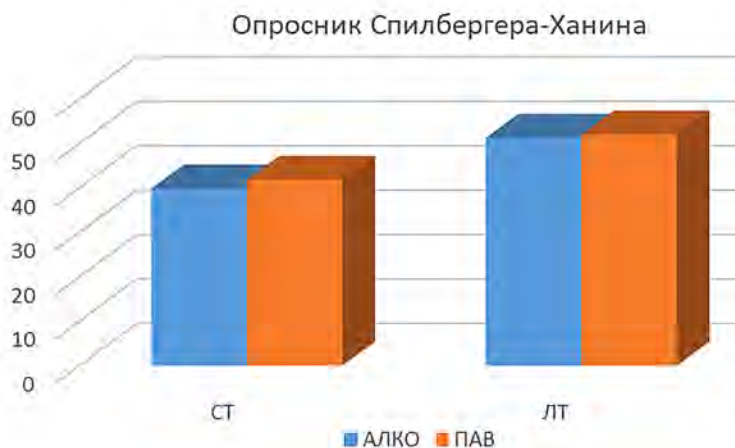


Рис. 2. Опросник ситуативной и личностной тревоги Спилбергера-Ханина.

Условные обозначения: СТ — ситуативная тревога; ЛТ — личностная тревога; АЛКО — экспериментальная группа № 1 (F10.212); ПАВ — экспериментальная группа № 2 (F15.212)

Таким образом, зависимость от синтетических катинонов (a-PVP) действительно сопровождается, клинически и психологически, симптомами дисфорического и апатического спектра депрессии (сочетание депрессивных расстройств

с высоким уровнем тревоги, тревожности, беспокойства, астении). В группе с алкогольной зависимостью эти симптомы проявились слабее (рис. 1, 2).

Теперь проанализируем возможные психологические причины усиления депрессивной симптоматики в структуре постабстинентного синдрома (рис. 3).



Рис. 3. Методика мотивационных предпочтений «Три желания».

Условные обозначения: АЛКО — экспериментальная группа № 1 (F10.212); ПАВ — экспериментальная группа № 2 (F15.212). Терминальные ценности представлены: ЗОЖ — ценность здоровья; СЕМ — ценность семьи, родственных отношений; ЭКЗ — экзистенциальные (абстрактные) ценности; УТР — ценности утраты (связаны со смертью близкого человека или невозможностью продолжить межличностные отношения с эмоционально значимыми людьми — семьей и пр.). Инструментальные ценности: МАТ — материальные блага, деньги, предметы роскоши

Анализ мотивационной структуры ценностей в группе № 1, с алкогольной зависимостью, выявил преобладание ценностей здоровья (ЗОЖ — 30%) и семейных ценностей (СЕМ — 23%). Анализ мотивационной структуры ценностей в группе № 2, зависимых от синтетических катинонов (a-PVP), выявил преобладание материальных ценностей (МАТ — 30%) и абстрактных экзистенциальных (ЭКЗ — 27%) ценностей.

Таким образом, полученные результаты в группе алкозависимых пациентов № 1 могут быть интерпретированы, как желание выздороветь (сформировать устойчивую ремиссию) и вернуть свою семью. Данная группа ценностей (ЗОЖ и СЕМ) является источником тревожно-депрессивных расстройств в группе алкозависимых пациентов и, одновременно, побудительным мотивом к их выздоровлению. В то время как в группе пациентов с зависимостью от синтетических катинонов № 2 получен противоположный результат: возможным источником тревоги является нехватка денег (МАТ) и абстрактные ценности (ЭКЗ). Вероятно, пациенты из группы № 2 в меньшей степени осознают весь спектр тяжести последствий химической зависимости, что создает дополнительные трудности для направленного психотерапевтического вмешательства.

Влияние алкоголя на психофизиологическое состояние здорового человека

Всегда ли следует рассматривать употребление алкоголя, как катализатор депрессивных расстройств? Нами был проведен эксперимент, в котором приняли участие 10 добровольцев (группа № 3) без признаков алкогольной или синтетической зависимости. С целью мониторинга основных показателей ПФС добровольцы из группы № 3 прошли тестирование при помощи ПО VibraMED в 2 этапа: 1 этап — контрольный замер ПФС; 2 этап — замер ПФС в легкой степени алкогольного опьянения (концентрация этилового спирта в крови от 0,3‰ до 1,5‰). Рассмотрим полученные результаты.

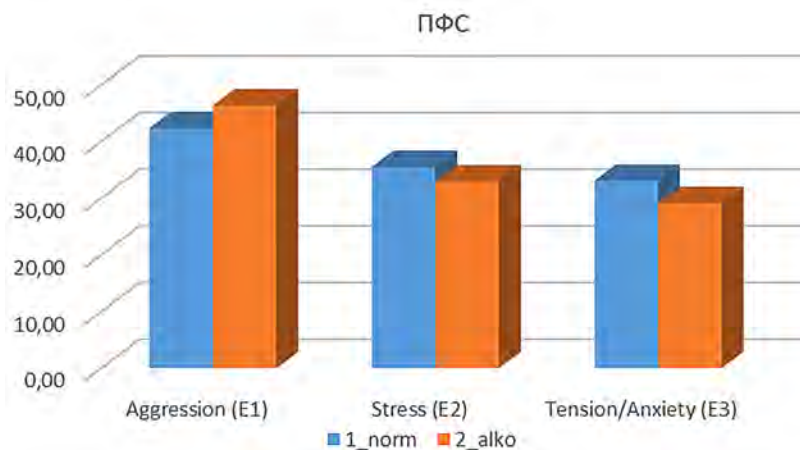


Рис. 4. Мониторинг ПФС под воздействием алкоголя.

Условные обозначения: Aggression (E1) — агрессия; Stress (E2) — стресс; Tension (E3) — тревога; 1_norm — контрольный замер ПФС; 2_alko — ПФС человека, не страдающего алкогольной или химической зависимостью, под воздействием алкоголя

Сравнительный анализ ПФС до и после употребления алкоголя у лиц без признаков алкогольной или химической зависимости выявил следующие тенденции: незначительное снижение показателей тревоги (E3) и стресса (E2) под воздействием алкоголя при возрастании агрессивности (E1) (рис. 4). Таким образом, при формальном снижении показателей стресса и тревоги, дисфорические расстройства личности являются группой риска даже у клинически здоровых испытуемых.

Заключение

Выявление и оказание помощи лицам с различными видами зависимого поведения является одной из центральных проблем практической наркологии и клинической психологии. Наряду с пациентами, страдающими алкогольной зависимостью, растет число пациентов с зависимостью от синтетических психостимуляторов.

Синтетические психостимуляторы (такие как альфа-пирролидинопентифенон) являются одними из наиболее трудных в терапии химической зависимости из-за сложностей выведения основного компонента из организма человека. Данный факт создает дополнительные трудности в применении традиционных методов терапевтического и психотерапевтического вмешательства.

Проведенное исследование подтвердило, что химическая зависимость способствует формированию депрессивных расстройств в постабстинентном периоде. Зависимость от синтетических катинонов (a-PVP) сопровождается более ярко выраженными симптомами дисфорического и апатического спектра депрессии, чем зависимость от алкоголя, выявлены отличия в профиле мотивационной структуры ценностей как возможного источника тревоги и депрессии. Также, при помощи новейших методов компьютерной диагностики (ПО VibraMED) проведено исследование влияния малых доз алкоголя на ПФС человека без признаков химической зависимости. Полученные результаты по всем трем группам испытуемых (здоровые и зависимые испытуемые) подтверждают негативную роль употребления психоактивных веществ в формировании депрессивного комплекса поведенческих расстройств.

Литература:

1. Востриков, В. В. и др. (2006) Эмоционально-мотивационное состояние больных с зависимостью от алкоголя в постабстинентный период, Психофармакология и биологическая наркология, Т. 6, Вып. 1–2, 2006, С. 1220–1225.
2. Илюк Р. Д., Громько, Д. И., Берно-Беллекур, И. В. (2011) Характеристика эмоциональных расстройств у зависимых от психоактивных веществ, Вестник СПбГУ, Сер. 11, 2011, Вып. 2, С. 155–163.
3. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме, 108 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>
4. Минкин, В. А. (2020) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме, 164 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
5. Николаенко, Я. Н., Минкин, В. А. (2016) Психофизиологическое тестирование склонности к алкогольной зависимости в аспекте бессознательных паттернов поведения человека, Научное мнение, № 11, 2016, С. 127–137.

Повышения объективности оценки исправления осужденных технологией виброизображения

Г. В. Зазулин

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

Аннотация: Предложено повышение объективности судебных решений по предоставлению или отказу в предоставлении свободы осуждённым, обратившимся в суд с ходатайством об условно-досрочном освобождении. Обсуждается путь повышения объективности оценки их исправления. Показана научно-техническая возможность точного определения степени исправления осужденных с помощью метода нейролингвистического профайлинга, созданного на основе технологии виброизображения.

Ключевые слова: осужденный, исправление, условно-досрочное освобождение, виброизображение, нейролингвистический профайлинг, объективная оценка исправления.

Increasing the Assessment Objectivity of Convicts Correction by Vibraimage Technology

George V. Zazulin

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

Abstract: Proposed increasing the objectivity of court decisions on granting or refusing to grant freedom to convicts who have applied to the court with a petition for parole. The way of increasing the objectivity of the assessment of their correction is discussed. The scientific and technical possibility of accurately determining the degree of convict's correction using the method of neuro-linguistic profiling, created on the basis of vibraimage technology, is shown.

Keywords: convict, correction, parole, vibraimage, neuro linguistic profiling, objective assessment of correction.

Введение

По российскому законодательству лицо, отбывающее наказание в виде лишения свободы, может быть условно-досрочно освобождено (далее — УДО), если суд установит, что для исправления нет необходимости в отбывании всего назначенного судом наказания.

К сожалению, практика применения УДО допускает массу случаев досрочного выхода на свободу лиц, которые фактически не встали на путь исправления. Установлено, что «уровень рецидива в течение трех лет после освобождения из колоний

общего режима зависит в целом от вида освобождения. При среднем уровне 55% постпенитенциарный рецидив среди освобожденных по истечении срока равен 46,8%, а среди освобожденных условно-досрочно — 68,5%. Иными словами, более чем две трети лиц, условно-досрочно освобожденных из колоний общего режима, в течение трех лет вновь совершают преступление» (Ратушный, 2016).

Цена необоснованного условно-досрочного освобождения может быть слишком высокой. Например, Сафронов Н. Е., ссылаясь на уголовное дело № 2-91/2002 (Архив Верховного Суда РФ, 2002 г.) приводит такой факт: *«рецидивист Ч., освобожденный условно-досрочно с формулировкой в постановлении: “доказавший свое исправление”, в первый же день в состоянии опьянения топором зарубил двух пенсионерок, трупы которых сжег вместе с их жилищем»* (Сафронов, 2015).

Институт УДО, справедлив и приносит пользу обществу при условии, что его применение ограничено только теми осужденными, которые, досрочно оказавшись на свободе, не совершат новых преступлений.

В последнее время активно развиваются психофизиологические технологии, позволяющие определять намерения людей (на лояльность, агрессивность, терроризм и т. д.) в различных сферах их деятельности (Cacioppo et al., 2007; Данилова, 2012). Одной из наиболее информативных технологий исследования различных личностных характеристик человека является метод психофизиологического тестирования, разработанный на основе технологии виброизображения (Минкин, 2007; 2016).

Целью настоящего исследования является рассмотрение возможности принятия судьей решения об УДО с учётом объективной оценки степени исправления осужденного, измеренной методом психофизиологического тестирования (нейролингвистического профайлинга), разработанным на основе технологии виброизображения.

Необходимость повышения объективности оценки исправления осужденных, ходатайствующих об УДО

Целью Уголовно-исполнительного законодательства Российской Федерации является *«исправление осужденных и предупреждение преступлений как осужденными, так и иными лицами»* (Уголовно-исполнительный, 09.03.2021). Поэтому законодатель прямо указывает, что процесс исправления осужденных означает формирование у них уважительного отношения к человеку, обществу, труду, нормам, правилам, традициям человеческого общежития и правопослушному поведению. В соответствии с данными требованиями законодательства суд, рассматривая ходатайство осуждённого об УДО, должен стремиться максимально достоверно выяснить **как отбывание части наказания повлияло на осужденного**, а именно: встал ли он на путь исправления и в какой-то мере продвинулся на этом пути; превратился под влиянием уголовной (тюремной) контркультуры в ещё более антисоциальную (криминальную) личность или практически остался таким же, каким был раньше, т. е. на момент вынесения ему приговора?

Если суды освобождают по УДО тех осужденных, которые не исправились или стали еще хуже, и отказывают в УДО, тем осужденным, которые этого достойны, то такое неправильное применение УДО приводит к целому ряду **«негативных последствий»:** возникновению у лица, освобожденного без достаточных оснований, чувства безнаказанности; нанесению ущерба задачам как специального, так и общего предупреждения преступности, а именно в случае совершения досрочно освобожденным нового преступления; подрыву в глазах общества авторитета суда и органов, исполняющих наказание, в части применения, реализации и осуществления наказания» (Сэндуляк, 2016).

К сожалению, именно это часто происходит на практике, вследствие чего результаты применения института УДО выглядят весьма удручающе. В 2012 году дошло до того, что ФСИН на слушаниях в Общественной палате РФ внесла предложение о введении института присяжных заседателей для участия в процессах по рассмотрению ходатайств об УДО, предложив рассматривать ходатайства осужденных об УДО присяжным, а не профессиональным судьям, как сейчас. Попытаться что-то изменить ФСИН вынуждает их собственная статистика: *«за год 9 тысяч осуждённых с положительными характеристиками остались за колючей проволокой, а 4 тысячи с лишим зэков с отрицательными — досрочно вышли на свободу»* (Сафронов, 2015).

В 2018 году доценты Самарского юридического института ФСИН России, кандидаты юридических наук Дроздов А. И. и Орлов А. В. признали, что *«сомнения в объективности решений суда по вопросам условно-досрочного освобождения от отбывания наказания в последнее время возникают не только у далеких от правовых проблем лиц, но и у профессиональных юристов»*. Они приводят в качестве аргумента «скандал с предоставлением УДО известной фигурантке громкого уголовного дела «Оборонсервиса» Евгении Васильевой, доказывают, что это не единичный случай, *«когда факты коррупции или предвзятого отношения при решении вопроса об УДО становятся достоянием общественности»*, и убеждены в **необходимости повышения объективности** принятия решений по предоставлению или отказу в предоставлении УДО (Дроздов&Орлов, 2018).

Кроме того, они убеждены в том, что хотя за период с 2010 по 2017 г. и было принято не менее восьми федеральных законов, направленных на повышение эффективности института УДО, критерии применения УДО по-прежнему не приобрели достаточной конкретности. С их точкой зрения солидарны Потоцкий Н. К., Ратушный Е. Е., утверждающие, что *«в действующем законодательстве отсутствуют единообразные критерии, определяющие степень исправления, что порождает проблемы в правоприменительной практике, приводит к расширению сферы судейского усмотрения и определенным злоупотреблениям со стороны администраций»* (Потоцкий&Ратушный, 2016).

Представляется, что наиболее принципиальный и точный ответ на вопрос о том, почему в рамках сложившейся практики применения УДО не удастся уменьшить опасность судейского субъективизма и произвола, изложен в сборнике трудов конференции Пермского института ФСИН России (2019 год): *«Основным препятствием к получению УДО очень часто являются судьи и прокуроры, они*

обычно при вынесении решения руководствуются *не нормами закона, а собственными представлениями о том, какой срок должен отсидеть осужденный, и что он должен сделать для освобождения. Необходимо помнить о том, что администрации исправительных учреждений часто отказывают в предоставлении положительной характеристики, требуя плату “за выход”*» (Рязанов&Пономарева, 2019).

Возможность повышения объективности оценки исправления осужденных, ходатайствующих об УДО

Убедившись в необходимости повышения объективности оценки исправления осужденных, ходатайствующих об УДО, перейдем к изучению вопроса о том, какие есть реальные **научно-технические средства** (аппаратные комплексы, новые компьютерные технологии и т. д.), на основе которых возможна разработка **инструментального метода и методик**, которые в определенных условных единицах позволяли бы с высокой точностью объективно измерять степень исправления осужденного и могли бы служить судье подспорьем при рассмотрении ходатайств об УДО.

Однако прежде, чем приступить к их непосредственному рассмотрению, остановимся на одном существенном моменте.

В современных работах, посвященных исследованию проблем применения института УДО в России (Котлярова, 2016), можно встретить со ссылкой на Зельдова С. И. утверждение о невозможности науки **достоверно определять исправление осужденного**: «суд не в состоянии с абсолютной достоверностью определить исправление осужденного, т. к. современная наука о человеке пока не может вооружить его такими знаниями» (Зельдов, 1982). Что в связи с этим следует отметить? Зельдов С. И. действительно прав, так как утверждал это в 1982 году, почти 40 лет назад. С ним можно не согласиться в другом. В той части, что суду нужна «абсолютная достоверность». Думаю, что судьи, рассматривающие ходатайства об УДО на практике, были бы весьма признательны науке уже за методы, гарантирующие достоверность оценки исправления осужденного с точностью 90–95%. Тем же, кто и сегодня думает так же, как думал Зельдов 40 лет назад, все сомнения должно развеять чтение статьи «**США: вопросы УДО решает компьютер**», которая была опубликована в Ведомостях уголовно-исполнительной системы еще в 2014 году (Кастренакес, 2014).

Современная **отечественная психофизиология** накопила собственный интересный опыт исследования различных характеристик личности человека в ходе его психологического тестирования с помощью использования автоматизированных контактных и бесконтактных систем мониторинга различных физиологических (бессознательных) реакций на предъявляемые вопросы-стимулы (Колючкин и др., 2014). Вот характерный пример. На выставке **IV Международного пенитенциарного форума** «Преступление, наказание, исправление» в Рязани (2019) «особый интерес у посетителей выставки вызвал **аппаратно-программный комплекс стандартизированного вербального опроса на базе антропоморфного социального**

интерфейса (робот-андرويد) RiskControl, который может быть применен в деятельности психологической службы УИС с целью проведения опроса, формализованного интервью, **психологического тестирования или детекции лжи**» (Преступление, 2020).

Разве возможности демонстрируемого аппаратно-программного комплекса RiskControl не могут быть использованы в суде для получения достоверной информации об осужденном и повышения объективности оценки его исправления? Ведь одно дело при рассмотрении ходатайства об УДО знакомиться с представленными в суд характеристиками и справками, зачастую содержащими противоречивую информацию, которую сложно проверить, и совсем другое дело **непосредственно в суде тестировать «кандидата на УДО»** на степень честности сопоставимой со степенью исправления, задавая вопросы подобные этим: «*Вы соблюдаете режим содержания? Какие у Вас есть поощрения? Имеются ли у Вас взыскания? Участвуете ли Вы в общественной жизни исправительного учреждения? Вы рассказываете в совершенном преступлении? Есть ли у Вас постоянное место жительства? Где Вы собираетесь работать после получения УДО?*» и т. д.

Одной из самых перспективных технологий психофизиологической детекции является **технология виброизображения**, использующая разработанные в вибропсихологии поведенческие характеристики личности (Минкин, 2020) и применяемые в кибернетической психологии математические и методологические принципы (Минкин, 2020). Она максимально подходит для объективизации оценки исправления осужденного, так как на её основе уже разработан **метод нейролингвистического профайлинга (VibraNLP)**, позволяющий объективно оценивать степень склонности человека к терроризму (Николаенко, 2020).

Метод

Технология виброизображения (Минкин, 2007; 2020) уже доказала свою эффективность в решении практических задач объективизации результатов в области психологии (Николаенко&Зазулин, 2021), множественного интеллекта и способностей человека (Минкин&Николаенко, 2017), медицины (Minkin et al., 2020) и безопасности (Минкин&Целуйко, 2014).

Для применения технологии виброизображения в принятии судебных решений по ходатайствам осужденных об УДО необходима разработка **специальной программы**, заточенной на цель уголовно-исполнительного законодательства — **исправление осужденных** (устранение негативных свойств и качеств личности преступника, обусловивших совершение преступления). Однако поскольку законодатель (УИК РФ) не только отдал решение вопроса об исправлении осужденного на судебное усмотрение, но и отказался от градации степеней исправления осужденных, потребность в которой подтверждает практика организации воспитательного процесса в специальных учреждениях ФСИН (Смирнов, 2017), вначале необходимо определить весь набор **объективных критериев исправления осужденного**. В связи с тем, что в УИК РФ есть лишь некоторые показатели исправления осужденных, полагаю возможным использовать такие критерии,

которые выявлены на уровне научных публикаций. Например, можно взять за основу «критерии оценки исправления осужденного к лишению свободы: 1) соблюдение режима содержания; 2) участие в общественно полезном труде при условии привлечения к таковому; 3) участие в воспитательных мероприятиях; 4) получение общего и профессионального образования при отсутствии такового; 5) критичное отношение к криминальной субкультуре; 6) отрицательное отношение к неформальным группам; 7) признание вины в совершенном преступлении; 8) признание справедливости кары; 9) раскаяние в совершенном преступлении; 10) возмещение ущерба, причиненного преступлением, при наличии объективных возможностей», предложенные проф. Л. Б. Смирновым (2017). Перечисленные критерии позволяют выделить **категории осужденных**, необходимые для разработки **шкалы опросника**, позволяющего тестировать «кандидатов на УДО» методом адаптивного психологического тестирования (нейролингвистического профайлинга) (Микин&Николаенко, 2020). Так как данный метод обеспечивает более высокую точность по сравнению с известными психологическими методами диагностики (анкеты, опросники, тесты и др.), мне представляется, что такая задача может быть решена.

Обсуждение

Вывод о необходимости повышения объективности оценки исправления осужденных очевиден, ведь все попытки реформирования института УДО в рамках отраслевого (ведомственного) подхода не привели к успеху, а практическое применение института условно-досрочного освобождения зашло в тупик, и его применение ежегодно снижается. Современная практика применения института УДО пока не нашла такой формы реализации, которая однозначно способствовала бы повышению удовлетворенности российских граждан степенью защищенности своих конституционных прав, свобод и интересов («в том числе от преступных посягательств») и, следовательно, в том виде, в каком практика УДО сегодня осуществляется, она ослабляет национальную безопасность государства (Стратегия, 2015). Фактически сложилась **конфликтная ситуация**: применять УДО и нужно, и нельзя.

Есть ли выход из этой ситуации? Почему его не видят юристы, исследующие институт УДО, чиновники, которые осуществляют реформу судебной системы? При непредвзятом осмыслении клубка противоречий, накопившихся внутри института УДО, совершенно очевидно, что для досрочного освобождения от наказания только тех осужденных, которые действительно исправились за время отбытия части наказания, суду, рассматривающему ходатайство об УДО, необходимы **инструменты (технологии)**, использование которых позволит объективизировать представления судьи о нравственном мире осужденного и степени его исправления.

Одно дело формировать свои представления об особенностях личности осужденного только на основании изучения различных документов (ходатайства об УДО, заключения администрации, характеристик, справок и т. д.), а **другое дело** иметь возможность опираться на (получаемые буквально за несколько минут

непосредственно в процессе судебного рассмотрения ходатайства) результаты тестирования осужденного методом нейролингвистического профайлинга, который в отличие от традиционных методов психодиагностики можно специально разработать для объективной оценки степени исправления осужденного путем **измерения бессознательных реакций** тестируемого на вопросы-стимулы.

Проблема заключается в том, что как и 40 лет назад, все решения судов об УДО в настоящее время принимаются только на **основе субъективного мнения** участников рассмотрения ходатайства, а появившиеся в разных сферах (например, в телевизионных ток-шоу) современные технологии, позволяющие получать достоверную информацию о характеристиках личности (**например, полиграфы**) для повышения точности оценки степени исправления/криминализации осужденного, не используются. В связи с этим можно предположить, что раньше, чем в **судебной системе** (известной своим консерватизмом) внедрение новых компьютерных технологий для оценки степени исправления осужденного в процессе отбывания наказания, будет происходить по инициативе **воспитательной службы ФСИН**, в которой трудится около 5,5 тысяч сотрудников. Ведь воспитательная работа с осужденными в исправительных учреждениях — важная составляющая процесса исправления тех, кто преступил закон. А реальным их союзником в этом деле будет **психологическая служба**, так как методики анализа «динамики **объективных** психологических маркеров, определяющих уровень криминогенной зараженности личности осужденного к лишению свободы, как одних из критериев оценки степени его исправления в процессе отбывания наказания» уже созданы (Труш и др., 2009). Не случайно Концепция развития уголовно-исполнительной системы Российской Федерации до 2020 года рекомендует *«совершенствование научно-технического обеспечения деятельности психолога, оптимизация его диагностического инструментария за счет внедрения автоматизированных диагностических программ»* (О Концепции, 2010).

Заключение

Результаты, полученные технологией виброизображения (Минкин, 2007; 2020; Минкин&Николаенко, 2020; Николаенко&Зазулин, 2021) и разработка на основе данной технологии методики адаптивного психологического тестирования (Минкин&Николаенко, 2020), позволяют **предположить возможность получения** (непосредственно в ходе судебного рассмотрения) объективной оценки **степени исправления** осужденных, **измеренной по шкале опросника**: 1) исправившиеся, или доказавшие свое исправление, 2) твердо вставшие на путь исправления, 3) вставшие на путь исправления, 4) становящиеся на путь исправления, 5) не вставшие на путь исправления, 6) злостные нарушители режима содержания (включая лидеров и членов групп отрицательной направленности (Смирнов, 2017). Практическое использование объективной оценки исправления осужденного в судах должно существенно повысить правильность принятия решений по представлению или отказу в предоставлении УДО и обеспечить снижение рецидивной преступности освобожденных досрочно, чтобы её уровень стал ниже уровня

рецидивной преступности освобожденных по сроку. Необходимо организовать проведение организационно-технических мероприятий, позволяющей объективно оценивать исправление осужденных, как неотъемлемой части судебной процедуры рассмотрения ходатайств об УДО.

Литература:

1. Данилова, Н. Н. (2012) Психофизиология: учебник. М.: Аспект Пресс, 368 с.
2. Дроздов, А. И., Орлов А. В. (2018) Актуальные проблемы условно-досрочного освобождения от отбывания наказания, Актуальные проблемы российского права, 2018, № 1 (86) январь, С. 158–165.
3. Зельдов, С. И. (1982) Освобождение от наказания и его отбывания. М.: Юрид. лит., 1982. 136 с.
4. Кастренакес Джейкоб (перевод В. Коробкина) (2014) США: вопросы УДО решает компьютер. Ведомости уголовно-исполнительной системы, 2014, № 6, С. 71.
5. Колочкин, С. М., Марунин, О. Ю., Минкин В. А., Седин, В. И. (2014) Психофизиологическая объективизация результатов психологического тестирования. Проблемы и пути решения, Фундаментальные исследования, 2014, № 9, С. 2317–2321.
6. Котлярова, М. В. (2016) Институт условно-досрочного освобождения, Магистерская диссертация. Томск: Институту УДО, 2016, С. 35.
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, 2014, № 3, С. 27–32.
9. Минкин, В. А. (2016) Сравнительное психофизиологическое тестирование с предъявлением аудио и видео информации, Журнал Безопасность Жизнедеятельности, 2016, № 10, С. 25–33.
10. 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>
11. Минкин, В. А. (2020) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
12. Минкин, В. А. (2020) Вибропсихология как самостоятельное научное направление, Тр. 3-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2020, Санкт-Петербург, Россия, С. 9–16.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.01.VC3.RU>
13. Минкин, В. А., Николаенко, Я. Н. (2020) Адаптивное психологическое тестирование. Совмещение предварительного и основного тестирования в нейро-лингвистическом профайлинге, Тр. 3-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2020, Санкт-Петербург, Россия, С. 111–120.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.13.VC3.RU>
14. Николаенко, Я. Н. (2020) Разработка и апробация стимулов при адаптивном тестировании различных форм экстремизма, Тр. 3-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2020, Санкт-Петербург, Россия, С. 104–110. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.12.VC3.RU>
15. Николаенко, Я. Н., Зазулин, Г. В. (2021) Нейролингвистический профайлинг как метод объективизации оснований для условно-досрочного освобождения, Тр. 4-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 24–25 июня 2021, Санкт-Петербург, Россия, С. 134–139.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.RU.12>

16. О Концепции (2010) О Концепции развития уголовно-исполнительной системы Российской Федерации до 2020 года, Распоряжение Правительства РФ от 14.10.2010 № 1772-р (ред. от 23.09.2015). URL: <https://legalacts.ru/doc/rasporjazhenie-pravitelstva-rf-ot-14102010-n-1772-r/> (дата обращения: 30 марта 2021).
17. Потоцкий, Н. К., Ратушный, Е. Е. (2016) Тенденции развития института условно-досрочного освобождения, Образование и право, Юридические науки, 2016, № 4, С. 38–45.
18. Преступление (2020) «Преступление, наказание, исправление» как дискуссионная площадка по проблемам исполнения уголовных наказаний России, Ведомости УИС, 2020, № 1 (212), С. 12.
19. Ратушный, Е. Е. (2016) О некоторых проблемах освобождения от уголовного наказания в Российской Федерации, Право и государство: теория и практика, 2016, № 1(133), С. 112–115.
20. Рязанов, С. М., Пономарева, В. С. (2019) Предоставление УДО лицам, заключённым под стражу, Сборник трудов конференции Пермского института ФСИН России, 2019, С. 122–123.
21. Сафронов, Н. Е. (2015) Принцип справедливости в судебском усмотрении при условно-досрочном освобождении от отбывания наказания, Отечественная юриспруденция, 2015, № 1 (1).
22. Смирнов, Л. Б. (2017) Наказание в виде лишения свободы в контексте уголовно-исполнительного права и пенитенциарной практики, Уголовно-исполнительное право, 2017, Т. 12(1–4), № 4, С. 422–428.
23. Стратегия (2015) Стратегия национальной безопасности Российской Федерации. Утверждена Указом Президента РФ от 31.12.2015 г. № 683.
24. Сэндуляк, К. И. (2016) О взаимосвязи норм уголовно-процессуального, уголовного и уголовно-исполнительного права, регулирующих УДО, Ведомости уголовно-исполнительной системы, № 7/2016, 04.07.2016.
25. Труш, В. М. и др. (2019) Психологические критерии процесса исправления осужденных к лишению свободы, Вестник Алтайской академии экономики и права. Юридические науки, 2019, № 9, С. 147–161.
26. Уголовно-исполнительный кодекс Российской Федерации от 08.01.1997 N 1-ФЗ (ред. от 09.03.2021) URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_12940/ (дата обращения: 30 марта 2021).
27. Cacioppo, G. T. et al. (2007) Handbook of Psychophysiology, Cambridge University Press.
28. Minkin, V. A. et al. (2020) COVID-19 Diagnosis by Artificial Intelligence Based on Vibrainage Measurement of Behavioral Parameters, Journal of Behavioral and Brain Science, 2020, Vol. 10, pp. 590–603. <https://doi.org/10.4236/jbbs.2020.1012037>

Профиль множественного интеллекта у высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в пулевой стрельбе

И. С. Стурчак¹, Я. Н. Николаенко²

¹ФГБОУ ВО Московский психолого-педагогический университет, Москва, Россия,
istr1966@yandex.ru

²ООО «Многопрофильное предприятие «ЭЛСИС», Санкт-Петербург, Россия,
nikolaenko@elsys.ru

Аннотация: Исследованы профили множественного интеллекта (МИ) у спортсменов со специализацией пулевая стрельба. Проведено сравнительное исследование усредненных профилей МИ для женщин и мужчин со спортивной специализацией: пулевая стрельба из винтовки и пулевая стрельба из пистолета. Установлены значимые различия в усредненных профилях МИ для различных специализаций с учетом гендерной принадлежности. Подтверждено лидирующее развитие Межличностного и Моторно-Двигательного типов МИ для спортсменов индивидуальных видов спорта.

Ключевые слова: пулевая стрельба, множественный интеллект, технология виброизображения, пистолет, винтовка.

Multiple Intelligences Profile of Athletes Specialized Bullet Shooting

Inna S. Sturchak¹, Yana N. Nikolaenko²

¹FSBEI HE Moscow University of Psychology and Education, Moscow, Russia,
istr1966@yandex.ru

²Elsys Corp, St. Petersburg, Russia, nikolaenko@elsys.ru

Abstract: Multiple intelligences (MI) profiles for athletes with specialization in bullet shooting have been investigated. Comparative study of the averaged MI profiles for women and men with sports specialization was carried out: bullet shooting from a rifle and bullet shooting from a pistol. Significant differences were found in the averaged MI profiles for various specializations, taking into account gender. The leading development of Interpersonal and Bodily-Kinesthetic types of MI for athletes of individual sports has been confirmed.

Keywords: bullet shooting, multiple intelligences, vibraimage technology, pistol, rifle.

Введение

Возможность добиваться выдающихся результатов в спортивной деятельности связана с множеством различных факторов. Не удивительно, что связь между структурой характера и спортивными результатами давно вызывает значительный интерес

со стороны исследователей в области спортивной психологии (Prapavessis&Grove, 1991). Предложенная Говардом Гарднером в 1983 году теория множественного интеллекта (МИ) позволяет определить профиль способностей человека (Гарднер, 2007), определяющий его успешность в различных видах деятельности. Современные методы психофизиологического тестирования позволяют определить профиль МИ в ходе короткого семиминутного тестирования (Минкин&Николаенко, 2017), что может быть использовано для выявления определенных закономерностей в профилях МИ для спортсменов высокой квалификации. Ранее установленные закономерности предрасположенности профилей МИ для игровых и индивидуальных видов спорта нуждаются в статистическом подтверждении или опровержении (Николаенко&Колосова, 2020).

Целью данной работы является сравнительное исследование зависимостей профиля МИ от стрелковой специализации и пола для раннего отбора перспективных спортсменов.

1. Объект и методы исследования

Объект исследования: 34 высококвалифицированных спортсмена сборной команды России, специализирующихся в пулевой стрельбе.

Группа 1 — 18 человек (9 женщин и 9 мужчин), со спортивной специализацией: пулевая стрельба из винтовки.

Группа 2 — 16 человек (7 женщин и 9 мужчин), со спортивной специализацией: пулевая стрельба из пистолета.

Изучались гендерные различия в профиле множественного интеллекта при спортивной стрельбе из разных видов оружия. Пулевая стрельба, в данном исследовании, представлена 2 видами: стрельба из пистолета и стрельба из винтовки.

Методы: Для исследования профиля МИ спортсменов использовалось программное обеспечение VibraMI, на базе технологии виброизображения (Минкин, 2007; 2020). Технология виброизображения позволяет получать многомерные зависимости характеристик психофизиологического состояния (ПФС) и регистрировать изменение энергетики и направление этого изменения (Минкин, 2007; 2020). Расширенная и дополненная до 12 типов (Минкин&Николаенко, 2017) теория множественного интеллекта Гарднера была заложена в ПО ВибраМИ10 (Минкин&Николаенко, 2017).

Статистическая обработка полученных данных: ПО VibraSat — программа статистической обработки и анализа виброизображения (Минкин, 2019).

2. Результаты исследования

Измеренный программой VibraMI10 профиль МИ у высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в пулевой стрельбе из винтовки, приведен на рисунке 1.

Максимальные значения в профиле множественного интеллекта были получены по межличностному (IE = 72,9%), визуально-пространственному (VS = 65,7%), а так же — подвижническому (AS = 64,6%) и моторно-двигательному (BK = 65,2%) типам МИ (рис. 1).

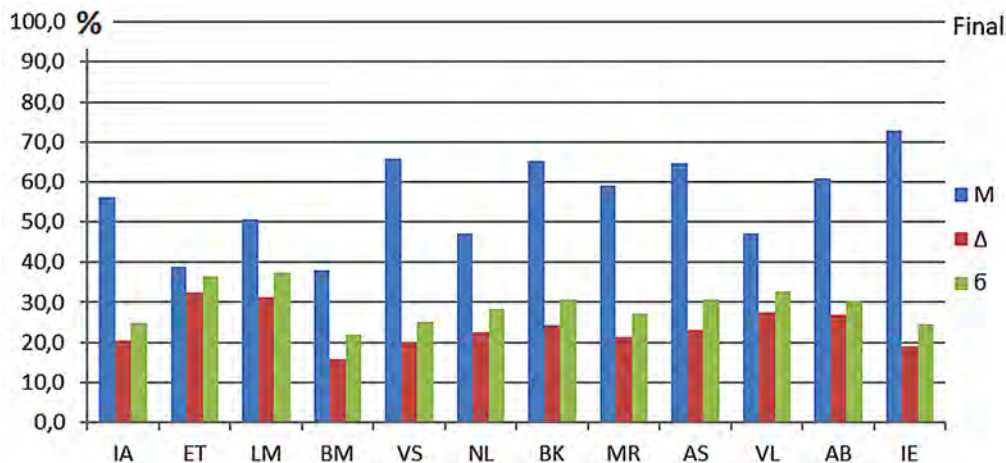


Рис. 1. Обобщенный профиль множественного интеллекта у высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в пулевой стрельбе из винтовки.

Условные обозначения: IA — внутриличностный, ET — философский, LM — логико-математический, BM — бизнес-коммерческий, VS — визуально-пространственный, NL — природный, BK — моторно-двигательный, MR — музыкально-ритмический, AS — подвижнический, VL — вербально-лингвистический, AB — творческий, IE — межличностный типы МИ

Измеренный программой VibraMI10 профиль МИ высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в пулевой стрельбе из пистолета, приведен на рисунке 2.

Максимальные значения в профиле множественного интеллекта получены в отношении межличностного (IE = 68,3%), подвижнического (AS = 69,2%) и моторно-двигательного (BK = 67,7%) типов МИ (рис. 2).

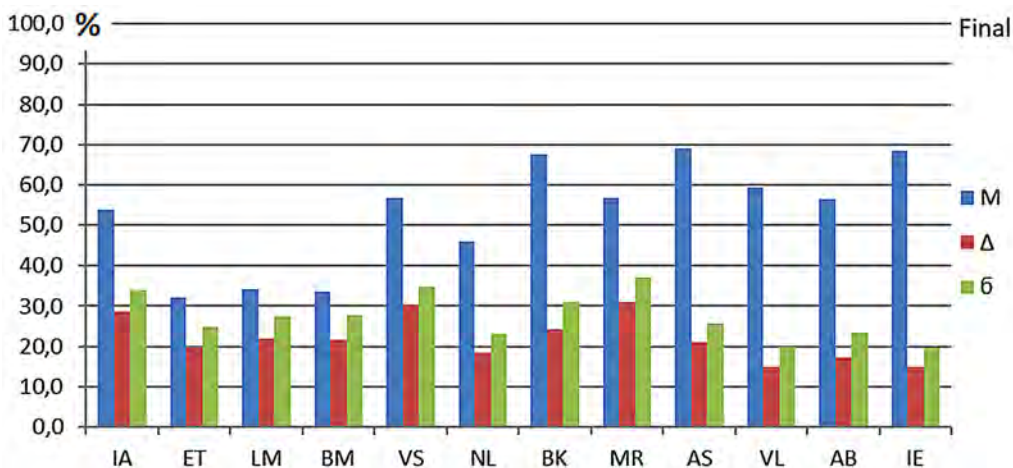


Рис. 2. Обобщенный профиль множественного интеллекта у спортсменов со спортивной специализацией: пулевая стрельба из пистолета

Сопоставляя полученные данные в группах спортсменов с разной специализацией пулевой стрельбы (винтовка и пистолет), обнаруживаем общие тенденции в приоритетах типов МИ. Отличия на данном этапе исследования проявились более выраженном моторно-двигательном типе МИ в группе со специализацией «винтовка» (рис. 1). С другой стороны, у спортсменов со специализацией «винтовка» в число лидирующих типов МИ попал визуально-пространственный тип МИ, чего не наблюдается в группе со специализацией «пистолет».

Рассмотрим полученные результаты в аспекте гендерных различий в профиле множественного интеллекта. В начале рассмотрим имеются ли гендерные различия в профиле множественного интеллекта в группе со спортивной специализацией пулевая стрельба — винтовка.

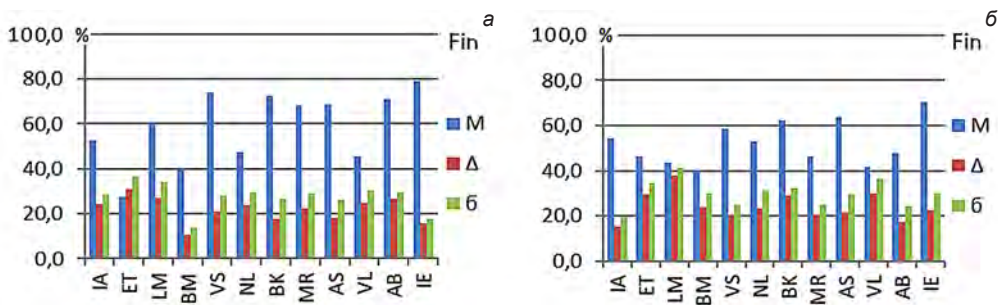


Рис. 3. Обобщенный профиль множественного интеллекта у женщин (а) и мужчин (б), высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в пулевой стрельбе из винтовки

В числе лидирующих типов МИ у женщин со специализацией пулевая стрельба из винтовки оказались межличностный (IE = 79,3%), визуально-пространственный (VS = 75,9%) и моторно-двигательный (BK = 72,6%) типы МИ (рис. 3а).

Напротив, у мужчин со специализацией пулевая стрельба из винтовки стали межличностный (IE = 70,4%), подвижнический (AS = 64%) и моторно-двигательный (BK = 62,3%) типы МИ (рис. 3б).

Таким образом, были выявлены гендерные отличия в профиле множественного интеллекта у высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в пулевой стрельбе из винтовки. Женщины оказались более «техничны», чем мужчины, за счет развитого визуально-пространственного интеллекта (рис. 3а). Мужчины, напротив, отличаются от женщин большей «духовностью», за счет развитого подвижнического МИ.

Рассмотрим полученные результаты в группах мужчин и женщин со спортивной специализацией пулевая стрельба из пистолета.

У женщин со специализацией пулевая стрельба из пистолета преобладают визуально-пространственный (VS = 79,4%), подвижнический (AS = 73,6%) и межличностный (IE = 72%) типы МИ (рис. 4а). У мужчин — моторно-двигательный (BK = 67,3%), подвижнический (AS = 65,5%) и межличностный (IE = 62,4%).

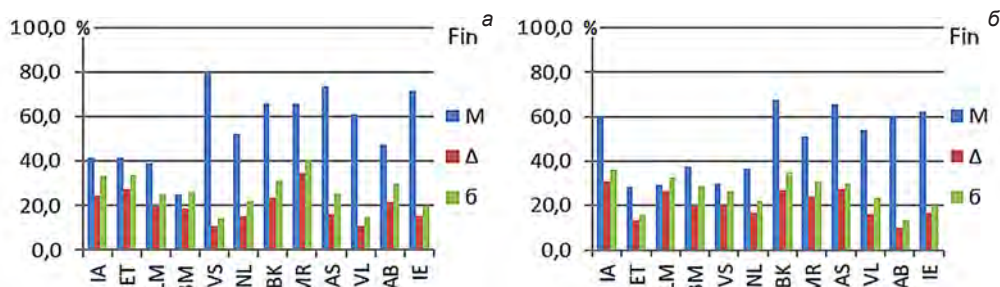


Рис. 4. Обобщенный профиль множественного интеллекта у женщин (а) и мужчин (б), высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в пулевой стрельбе из пистолета

Закключение

Полученные результаты подтвердили выявленную ранее тенденцию в лидирующем развитии межличностного и моторно-двигательного типов МИ для высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в пулевой стрельбе, что было показано ранее для индивидуальных видов спорта. Приведенные результаты показывают явное преобладание гуманитарных профилей для исследованных спортсменов, что потенциально может быть использовано при отборе спортсменов для достижения максимальных спортивных результатов.

Проведенное исследование показало, что гендерные различия в группах высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в пулевой стрельбе — имеются. Женщины более «техничны» (см. визуально-пространственный тип МИ (рис. 3а и 4а), а мужчины более «духовны» (см. подвижнический тип МИ (рис. 3б и 4б). Принципиальные отличия в профиле множественного интеллекта между женщинами и мужчинами, в зависимости от вида оружия, не выявлены.

Литература:

1. Гарднер, Г. (2007) Структура разума: теория множественного интеллекта: Пер. с англ. М.: ООО «И. Д. Вильямс». 512 с.
2. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме. 108 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>
3. Минкин, В. А. (2020). Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме, 164 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
4. 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>
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. Николаенко, Я. Н., Колосова, А. Е. (2020) Профиль множественного интеллекта юных спортсменов в индивидуальных и командных видах спорта, Труды 3-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2020 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 65–70. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.08.VC3.RU>
7. Prapavessis, H., Grove, R. (1991) Precompetitive Emotions and Shooting Performance: The Mental Health and Zone of Optimal Function Models, Sport Psychologist, September 1991, 5(3), pp. 223–234. <https://doi.org/10.1123/tsp.5.3.223>

Применение технологии виброизображения и дактилоскопического прогноза в психологическом консультировании

А. А. Сенцов

Биометрический центр развития способностей, г. Воронеж, Россия,
ved63@rambler.ru

Аннотация: Проведены исследования возможности применения технологий виброизображения и дактилоскопического прогноза в психологическом консультировании. В исследованиях использовались программы Vibraimage8PRO, VibraMI, BioFinger производства предприятия Элсис (Санкт-Петербург, Россия). В процессе обработки результатов исследования подтверждена возможность использования в психологическом консультировании программ Vibraimage8PRO, VibraMI, BioFinger производства предприятия Элсис (Санкт-Петербург, Россия).

Ключевые слова: исследования, технология виброизображения, дактилоскопия, психологическое консультирование.

Application of Vibraimage and Fingerprint Prediction in Psychological Counseling

Andrey A. Sentsov

Biometric center of abilities development, Voronezh, Russia, ved63@rambler.ru

Abstract: Studies were carried out on using vibraimage technology and fingerprint prediction in psychological counselling. The studies used programs (Vibraimage8PRO), (VibraMI), (BioFinger) manufactured by Elsys Corp (St. Petersburg, Russia). Processing the results of the study, the possibility of using programs Vibraimage8PRO, VibraMI, BioFinger developed by Elsys Corp (St. Petersburg, Russia) for personality characteristics prediction was confirmed. Research of psychophysiological state changes of a person over a long period of time was carried out with the help of vibraimage technology by the system of psychophysiological control of a person Vibraimage8PRO and program VibraStat produced by Elsys Corp (St. Petersburg, Russia). The individual features of psychophysiological states of different people were revealed.

Keywords: researches, vibraimage technology, fingerprinting, psychological counseling.

Психологическое консультирование

Психологическим консультированием, называется особая область практической психологии, связанная с оказанием со стороны специалиста-психолога непосредственной психологической помощи людям, которые нуждаются в ней, в виде советов и рекомендаций (Немов, 1999). Автор книги «Психологическое

консультирование» Г. И. Колесникова дает следующее определение: «Психологическое консультирование — это область практической психологии, цель которой заключается в оказании консультантом психологической помощи клиенту в ходе специально организованной беседы, направленной на осознание клиентом сути проблемы и способов её разрешения» (Колесникова, 2006). Ф. Е. Василюк называет психологическое консультирование частью «понимающей терапии» (Василюк, 2007).

Понятие Психологическое консультирование, как и любое понятие в области гуманитарных наук, не имеет однозначной трактовки. Трудно дать четкое определение психологическому консультированию или однозначно указать сферы его применения, поскольку слово «консультирование» уже давно представляет родовое понятие для различных видов консультативной практики. Так, фактически в любой сфере, в которой используются психологические знания, в той или иной мере применяется консультирование как одна из форм работы. Консультирование включает в себя и профконсультирование, и педагогическое, и промышленное, консультирование руководителей, и др. Консультативная психология представляет собой важное самостоятельное направление психологической науки и практики, которое в настоящее время вышло из-под опеки психотерапии. Консультирование и психотерапия ориентированы на разные этапы взаимодействия психолога и клиента (Шнейдер и др., 2002).

Таким образом можем отметить, что имеется много различных определений, но все они включают несколько основных положений: психологическое консультирование, как отмечает большинство современных авторов, включает в себя диагностику и коррекцию. Значимость психологической диагностики и психологической коррекции как двух основных составляющих психологического консультирования отмечается, в частности, в определении В. Д. Менделевича. Под психологическим консультированием, пишет автор, подразумевается проведение анализа психического состояния клиента или пациента с использованием различных методов психологической диагностики (интервьюирования, экспериментально-психологического исследования) с предоставлением ему объективных данных и научных интерпретаций их результатов, которые должны способствовать разрешению стоящих перед человеком психологических проблем, формированию новых представлений о различных подходах к их решению, вариантах их предотвращения и методах психологической защиты и компенсации, а также повышению его психологической культуры и личностному росту (Менделевич, 1998). Без тщательного исследования сути проблемы клиента в процессе диагностики невозможна квалифицированная психологическая помощь (Собчик, 2007). Общим является определение основных функций диагностического процесса — выявление сущности проблемы клиента, определение дальнейшей стратегии помощи и выбор методов работы, оценка результативности психологической помощи, организация терапевтической коммуникации, создание и укрепление мотивации для психологической помощи (Барлас, 2003; Коттлер, Браун, 2001; Кочюнас, 1999; Тутушкина).

Многие из вышеперечисленных задач позволяет решить технология виброизображения (Минкин, 2007; 2020; Vibraimage8PRO, 2015), которая изначально (с момента открытия вестибулярно-эмоционального рефлекса) разрабатывалась для контроля психофизиологического состояния человека.

Методика проведения исследования

Исследования проводились с помощью системы контроля психоэмоционального состояния человека (Vibraimage8PRO, 2015), программы VibraMI10 (VibraMI10, 2018) и программы FingerCard (FingerCard, 2007) производства предприятия Элсис (Санкт-Петербург, Россия).

Пример 1. Девочка 9 лет. Запрос мамы не хочет учиться, не хочет делать уроки, нет мотивации к чему-либо. Проводилось тестирование с помощью программы ВибраМИ производства предприятия Элсис (Санкт-Петербург, Россия). Использовался опросник Gardner_12 S5, который предназначен для тестирования детей по системе психофизиологического профайла. Тестирование проводилось 2 раза. Первый раз тестирование проводилось после комментариев мамы о том, что девочка не хочет учиться. Второй раз тестирование проводилось, после похвалы девочке за хорошо проведенное тестирование. Программа ВибраМИ предоставляет нам возможность сравнения результатов сознательной и психофизиологической реакции детей при ответах на вопросы опросника Gardner_12 S5. Результаты первого тестирования показаны на рисунках 1–3, второго тестирования на рисунках 4–6.

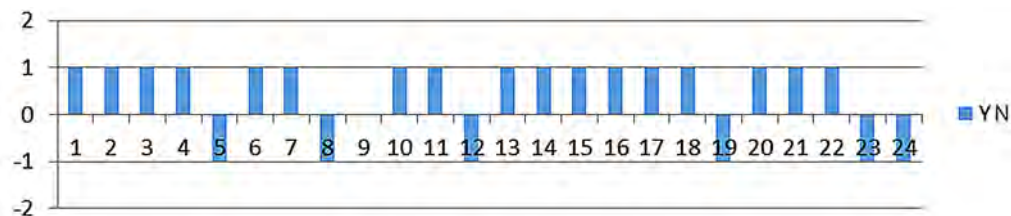


Рис. 1. Результаты сознательной реакции при ответе на 24 вопроса опросника Gardner_12 S5, Тест 1

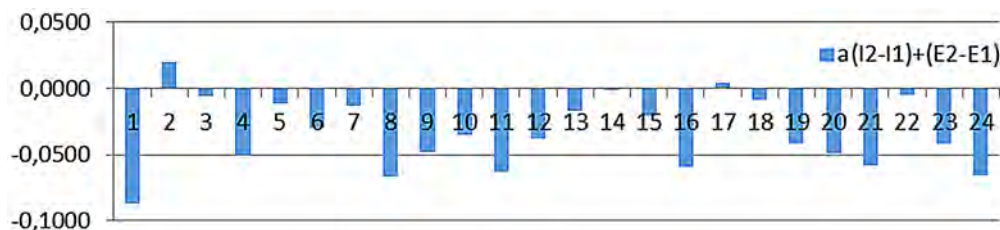


Рис. 2. Количественная оценка бессознательной психофизиологической реакции при ответе на 24 вопроса опросника Gardner_12 S5, Тест 1

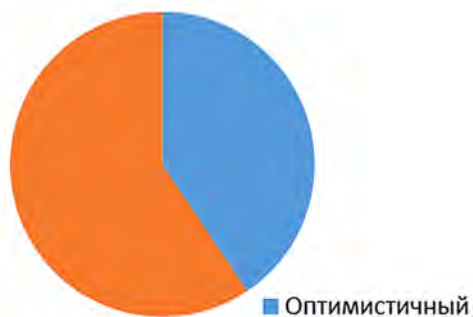


Рис. 3. Соотношение между пессимизмом и оптимизмом в процессе ПФТ, Тест 1

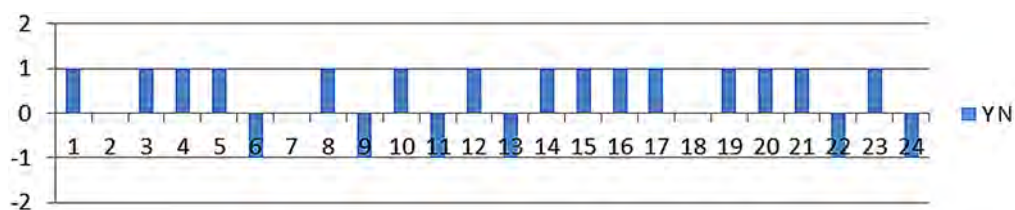


Рис. 4. Результаты сознательной реакции при ответе на 24 вопроса опросника Gardner_12 S5, Тест 2

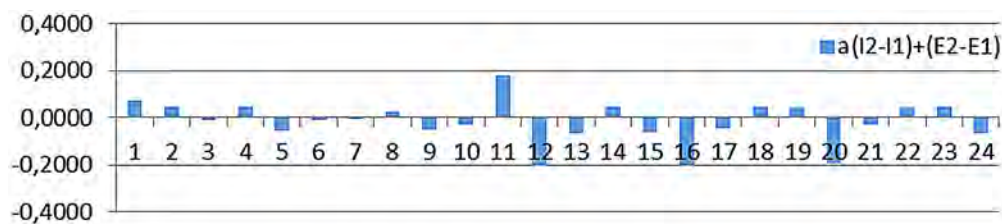


Рис. 5. Количественная оценка бессознательной психофизиологической реакции при ответе на 24 вопроса опросника Gardner_12 S5, Тест 2

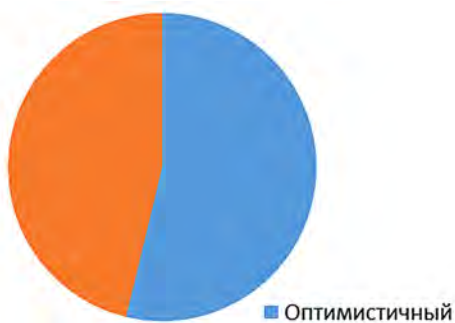


Рис. 6. Соотношение между пессимизмом и оптимизмом в процессе ПФТ, Тест 2

Анализ результатов ПФТ показывает, что негативная оценка действий девочки со стороны мамы практически не влияет на результаты сознательной реакции. И совершенно другая ситуация при оценке бессознательной реакции. В Тесте 1 преобладает пессимистичная оценка и настроение, в Тесте 2 оптимистичная.

Проверить наши выводы и дополнить диагностическую картину помогают результаты исследования девочки с помощью системы контроля психоэмоционального состояния человека Vibraimage8PRO (Vibraimage8PRO, 2015). Три раза измерялись характеристики ПФС во время рассказа мамы о том, что девочка не хочет заниматься. Результаты показаны на рисунке 7.

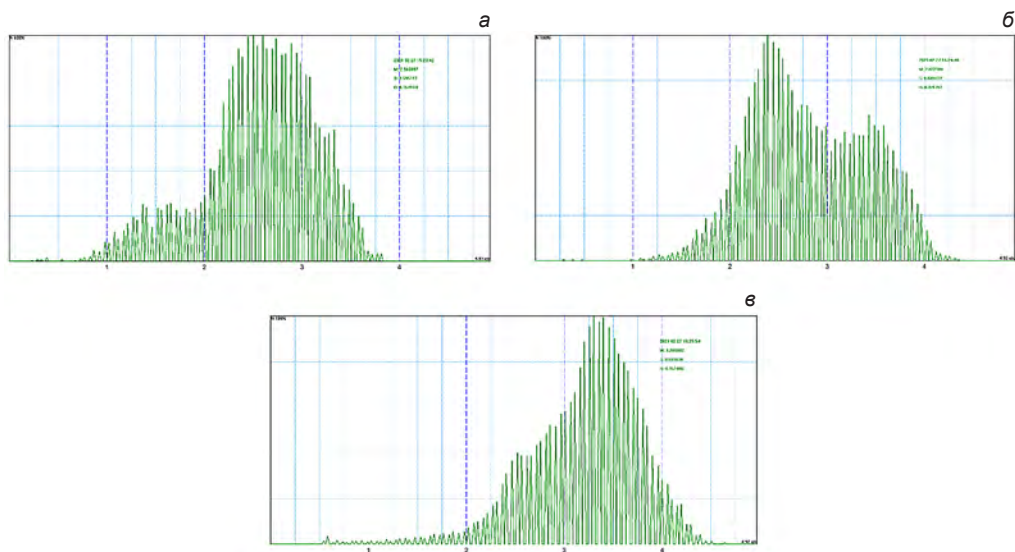


Рис. 7. Гистограммы частотного распределения виброизображения отличаются от нормального распределения.

а — первое измерение, б — второе измерение, в — третье измерение

В таблицу 1 сведены результаты измерений психофизиологических параметров девочки за 3 измерения.

Результаты исследований, проведенных с помощью системы контроля психоэмоционального состояния человека Vibraimage8PRO (Vibraimage8PRO, 2015), программы VibraMI (Минкин, Николаенко, 2017) наглядно показывают причину немотивированности девочки по выполнению домашних заданий. Девочка обладает интровертным типом темперамента, что не принимается в расчет экстравертной мамой и преподавательницей в школе. Им хочется, чтобы девочка делала все быстрее и, когда она не успевает, ее ругают. Интроверты хорошо работают, когда могут сосредоточиться на одном-двух видах деятельности **и не должны работать в состоянии стресса**. Любой стресс вводит их в состояние внутренних переживаний. Интровертам нужно время на обдумывание своих переживаний. Им трудно выйти из состояния глубокой сосредоточенности, а чтобы вернуться в него снова, требуется

много дополнительной энергии, которой у них зачастую попросту нет. Из таблицы 1 видно, как падает стабильность с 0.361 до 0.193 и при этом возрастает невротизм и агрессия. **И в итоге они не делают ничего — уже устали.**

Таблица 1

Результаты измерений психофизиологических параметров
девочки за 3 измерения

Агрессия (P7)	52,4	55,3	57,7
Стресс (P6)	17,6	16,1	16,1
Тревожность (F5X)	19,0	14,7	11,0
Опасность (P19)	30,6	28,5	29,0
Уравновешенность (P16)	72,0	68,5	75,0
Харизматичность (P17)	86,1	87,2	86,3
Энергичность (P8)	40,1	44,8	52,0
Саморегуляция (P18)	76,2	77,2	80,6
Торможение (F6)	24,8	25,7	24,6
Невротизм (F9)	37,8	48,2	41,8
Здоровье (P21)	0,035	–0,108	–0,096
Здоровье' (P22)	0,268	–0,129	–0,121
Экстраверсия (P26)	0,471	0,427	0,507
Стабильность (P27)	0,361	0,279	0,193

Пример 2. Девушка, 33 года. Высшее образование. Запрос по профориентации. **Поменяла много мест работы и долгое время не работает.** Этот запрос характерен для большого числа людей. Для профдиагностики и определения причины бездействия использовались программы VibraMI10 (VibraMI10, 2018; Минкин, Николаенко, 2017) и программы FingerCard (FingerCard, 2007). Программа VibraMI10, позволяет диагностировать степень выраженности каждого, из множественных интеллектов (VibraMI10, 2018; Минкин, Николаенко, 2017), а также позволяет диагностировать профессиональные интересы и способности с привязкой к международному классификатору специальностей МСКО-2013 (ЮНЕСКО 2010/2013) (Батулин, Вучетич и др., 2015; ISCED-F, 2013). При тестировании применялись два вида опросников Gardner_12 и Gardner_12S. Результаты тестирования представлены в таблицах 2 и 3. В опроснике Gardner_12S результирующая сознательная реакция складывается из двух вопросов на один тип интеллекта в отличие от опросника Gardner_12, где результирующая реакция

определяется разностью между нечетным и четным значением сознательной реакции. Второй дифференциальный подход лучше отражает поведение человека в стрессовой ситуации и характерен для профессиональной деятельности, первый же суммарный подход лучше отражает поведение человека в спокойной, расслабленной обстановке и дает информацию о хобби и увлеченности человека.

Таблица 2

Соответствие типов множественного интеллекта области специализации
(названия специализации приведены согласно МСКО), Опросник Gardner_12

№	%	Интеллектуальный профиль	Специализация
1	100	Подвижнический (ПВ)	Психология
2	81	Межличностный (МЛ)	Уход за пожилыми лицами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
3	65	Философско-Исследовательский (ФИ)	Уход за детьми и забота о несовершеннолетних
4	63	Визуально-пространственный (ВП)	Консультирование и социальная работа
5	52	Вербально-Лингвистический (ВЛ)	Ветеринария
6	50	Логико-математический (ЛМ)	Социология и культурология
7	50	Природный (ПР)	Учителя

Таблица 3

Соответствие типов множественного интеллекта области специализации
(названия специализации приведены согласно МСКО), Опросник Gardner_12S

№	%	Интеллектуальный профиль	Специализация
1	100	Музыкально-Ритмический (МР)	Аудиовизуальные техники производства и масс-медиа продукция
2	98	Подвижнический (ПВ)	Уход за пожилыми лицами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
3	72	Вербально-Лингвистический (ВЛ)	Уход за детьми и забота о несовершеннолетних
4	64	Моторно-Двигательный (МД)	Консультирование и социальная работа
5	64	Богемно-Артистический (БД)	Спорт
6	42	Внутриличностный (ВИ)	Музыка и вокал
7	38	Бизнес-Корыстный (БК)	Терапия и реабилитация

Человек рождается индивидом. Он имеет обусловленные природой особенности — **генотип**. Индивидуальные генотипические свойства в процессе жизни развиваются и преобразуются, становятся *фенотипическими* (Леонтьев, 1982). Для определения генотипа и фенотипа использовались программа дерматоглифического исследования FingerCard и тест-опросник Г. Айзенка EPI, 1963 (Бурлачук, Морозов, 1989). В исследовании использовалась гипотеза, что между генотипом и фенотипом человека часто образуется разрыв и именно этот разрыв во многом определяет внутренние конфликты личности. Для сравнения двух различных некоррелируемых методов типологии характера человека (опросник Айзенка и дерматоглифический анализ) в программе Finger Card были нормализованы обе методики и результат представлен в одних единицах. Типология характера определяется в двухмерных осях (горизонтальная ось интроверсия-экстраверсия, вертикальная ось стабильность-нестабильность) и выводится в виде векторного значения (рис. 8).



Рис. 8. Векторные значения типологии характера, определенные по результатам биометрического исследования и Теста Айзенка

Анализируя полученные данные по результатам использования программы VibraMI10 (VibraMI10, 2018; Минкин, Николаенко, 2017) и программы FingerCard (FingerCard, 2007) совместно с тест-опросником Г. Айзенка EPI, 1963 г. (Бурлачук, 1989), отмечаем, что у девушки при некотором сходстве профилей специализации показаны различные сферы развития. Одна базируется на активном моторно-двигательном типе интеллекта и, соответственно, экстравертном типе темперамента. При этом наблюдается высокий уровень нейротизма и неустойчивости, что приводит к частой смене работ. Вторая базируется на интровертном типе темперамента и также высоком уровне нейротизма. Это состояние может выражаться в чрезвычайной нервности, неустойчивости, плохой адаптации, склонности к быстрой смене настроений, чувству тревожности, озабоченности, рассеянности внимания, неустойчивости в стрессовых ситуациях, что может являться причиной сложности в социальной адаптации.

Выводы

Применение системы контроля психоэмоционального состояния человека Vibraimage8PRO (Vibraimage8PRO, 2020), программы VibraMI10 (VibraMI10, 2018; Минкин, Николаенко, 2017) и программы FingerCard (FingerCard, 2007), позволяет успешно проводить исследования индивидуальных особенностей психофизиологических состояний человека. Результаты этих исследований существенно расширяют возможности диагностики в психологическом консультировании. Основными преимуществами является время исследования и возможность одновременного исследования многих параметров человека, которые характеризуют его ПФС.

Литература:

1. Барлас, Т. В. (2003) Психодиагностика в психологическом консультировании: задачи и подходы, Журнал практической психологии и психоанализа, 2003, № 1.
2. Бурлачук, Л. Ф., Морозов, С. М. (1989) Айзенка личностные опросники. Словарь-справочник по психодиагностике. Киев: Наукова Думка.
3. Батулин, Н. А., Вучетич, Е. В. и др. (2015) Российский стандарт тестирования персонала. Организационная психология. 2015. Т. 5, № 2, С. 67–138.
4. Василюк, Ф. Е. (2007) Понимающая психотерапия как опыт построения психотехнической системы, Гуманитарные исследования в психотерапии. М.: МГППУ, ПИ РАО, 2007, С. 159–203.
5. Колесникова, Г. И. (2006) Психологическое консультирование. М.: Феникс. 283 с.
6. Коттлер, Дж., Браун, Р. (2001) Психотерапевтическое консультирование. СПб.
7. Кочюнас, Р.-А. Б. Основы психологического консультирования, Пер. с лит. М., 1999.
8. Леонтьев, А. Н. (1982) Индивид и личность. Психология индивидуальных различий. Тексты. М.
9. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме. 108 с.
10. Минкин, В. А., Николаенко, Я. Н. (2017) Виброизображение и множественный интеллект. СПб.: Реноме.
11. Минкин, В. А. (2020) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме, 2020. 164 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
12. Немов, Р. С. (1999) Основы психологического консультирования, Учеб. для студ. педвузов. М.: Гуманит. изд. центр Владос. 394 с. ISBN 5-691-00268-6.
13. Собчик, Л. Н. (1997) Введение в психологию индивидуальности. М.
14. Тутушкина, М. К. и др. Практическая психология. СПб.
15. Шнейдер Л. Б. и др. (2002) Психологическое консультирование. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Серия Серебряная сова. М.: Ижица. 224 с.
16. FingerCard (2007) Техническое описание. Публикации многопрофильного предприятия «ЭЛСИС». СПб.
17. ISCED-F (2013). ISCED fields of education and training 2013. Montreal: UNESCO Institute for Statistics, 2014.
18. VibraMI10 (2018) Система психофизиологического профайлинга. Руководство по эксплуатации. Версия ВибраМИ_10. Публикации многопрофильного предприятия «ЭЛСИС». СПб., <http://psymaker.com/downloads/VibraMI10Ru.pdf>
19. Vibraimage8PRO (2015) Система контроля психоэмоционального состояния человека. Версия 8.1. Публикации многопрофильного предприятия «ЭЛСИС». https://psymaker.com/downloads/VI8_1ManualRus.pdf

Реализация работы приложений, основанных на технологии виброизображения на различных платформах

С. С. Диденко, В. А. Акимов

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

Аннотация: в статье рассматриваются возможности по разработке и использованию программных продуктов, основанных на применении технологии виброизображения, для различных десктопных решений и структур обмена данных или мобильных устройств с различными операционными системами Android, iOS, Windows и Linux.

Ключевые слова: операционные системы, технология виброизображения, Android, iOS, Windows, Linux.

Implementation of Applications Based on Vibraimage Technology on Various Platforms

Sergey S. Didenko, Valery A. Akimov

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

Abstract: The article discusses the possibilities for the development and use of software products based on vibraimage applications for desktop solutions and data exchange structures or mobile devices with various operating systems Android, iOS, Windows and Linux.

Keywords: OS, vibraimage, Android, iOS, Windows, Linux.

Введение

Разработка программного обеспечения, основанного на технологии виброизображения (Минкин, 2007; 2020), исторически начиналось с реализации проектов под ОС DOS и Windows. Именно для этой операционной системы были созданы флагманские продукты серии ПРО VibraImage 3, 4, 6, 7 а затем и VibraImage 10. Также для ОС Windows были созданы и более узконаправленные специализированные программы — VibraMed, VibraMid и другие.

С развитием технологии, стало очевидно, что её использование необходимо расширять на другие платформы. Этому также способствовало быстрое развитие аппаратного и программного обеспечения мобильных устройств, которые стали обладать достаточными ресурсами, чтобы обеспечивать необходимую скорость обработки информации. Как результат — в настоящее время стало возможным создавать программные продукты под наиболее популярные операционные системы

для устройств: Windows, Linux, Android, iOS (рис. 1), что позволит существенно расширить количество пользователей технологий.



Рис. 1. Операционные системы, поддерживаемые технологией виброизображения

Приложения для ОС Windows, а также приложения и SDK для Android успешно распространяются уже в течение нескольких лет. Остановимся же на новых комплектах разработчика для iOS и Linux.

Создание приложений под iOS

Специальное SDK (VibraMED iOS SDK, 2021) позволяет, используя связку из самых популярных языков программирования для iOS Swift + Objective C, создавать собственное приложение с произвольным интерфейсом, используя функционал, предоставленный технологией виброизображения. В комплект поставки входит специальная библиотека, документация к ней, а также пример использования.

Съемка видео и его обработка осуществляется самим устройством. После этого данные в зашифрованном виде передаются на специальный сервер, который эти данные распаковывает и предоставляет результат пользователю (рис. 2). При этом возможны различные варианты монетизации приложения (рис. 3): по подписке, за каждый результат отдельно, платное приложение.



Рис. 2. Схема работы приложения для iOS

```
- (float) EngineAddImage:(Byte*)data and_size:(int)size and_w:(int)w and_h:
(int)h and_stride:(int)stride and_deviceRotation:(int)deviceRotation;
```

Add image for processing.

Parameters:

data	- 8bit grayscale array of pixels
size	- size of 'data' should be [stride*h]
w	- image width
h	- image height
stride	- size of single line
deviceRotation	- device orientation flag

Return value: returns FPS

Рис. 3. Пример описания одной из функций в SDK для iOS

Создание приложений под Linux

Для операционной системы Linux и процессоров с архитектурой $\times 64$ доступно SDK (рис. 4) (Vibraimage Linux SDK, 2021), включающее в себя всё необходимое для создание собственного программного продукта: бинарные и конфигурационные файлы, а также код пользовательского интерфейса.

SDK base classes and interfaces

File: VibraimageApp\CVIEngine.hpp

```
// CVIEngine is the main class for working with the SDK engine

class CVIEngine {
protected:
    CVIEngineBase * pApp;
    int nSkip = 0;
    CVIEngine();
    bool CheckID(int id);
public:
    ~CVIEngine();
    static CVIEngine *create();
    void release();
public:
    enum VT { VT_NULL = 0, VT_INT = 1, VT_FLOAT = 2, VT_STR = 3 };

    // Start
    // Prform initialization and start engine
    // Parameters:
    // nCores - set thread count
    // Returns: 0
    // =====
    int start(int nCores);

    // Stop:
    // Stop engine and clear resources.
    // Returns: 0
    // =====

    float EngineAddImage(unsigned char *data, int size, int w, int h, int stride, int deviceRotation);
    float EngineAddImage32(int *data, int size, int w, int h, int stride, int deviceRotation);
    float EngineAddImage24(unsigned char * data, int size, int w, int h, int stride, int deviceRotation);

    // =====
    // EngineSetFace:
    // set face location
    // =====
    int EngineSetFace( int x, int y, int w, int h);

    // =====
    // EngineGetType:
    // Returns parameter 'type' with specified 'id' calculated with face 'nFace'
    // one of VT_NULL, VT_INT, VT_FLOAT, VT_STR
    // =====
    int EngineGetType(int id, int nFace = 0);

    // =====
    // EngineGetVer:
    // Returns parameter version counter with specified 'id' calculated with face 'nFace'
    // =====
    int EngineGetVer(int id, int nFace = 0);
    int EngineGetVer(const char *tag, int nFace = 0);

    // =====
    // EngineGet*:
    // Returns parameter with specified 'id' calculated with face 'nFace'
    // =====
    int EngineGetI(int id, int nFace = 0);
    float EngineGetF(int id, int nFace = 0);
    const char* EngineGetStr(int id);
```

Рис. 4. Пример описания одной из функций в SDK для Linux

При этом, логика работы приложения аналогична логике работы, описанной для iOS (рис. 3).

Новые возможности использования электронного ключа

Важной особенностью SDK (VibraMO, 2021; VibraMD, 2021) является возможность использования аппаратного ключа защиты на собственном сервере для обработки результатов (рис. 6) без обращения к серверу Elsys (рис. 5).



Рис. 5. Схема работы, включающая обращение к серверу ELSYS

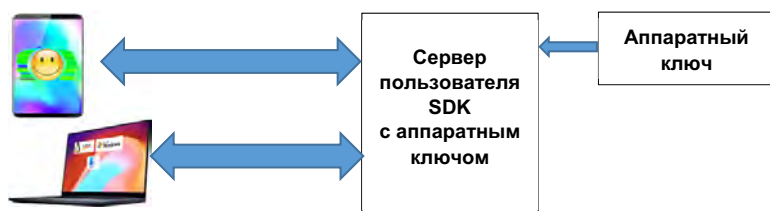


Рис. 6. Схема работы, не требующая обращений к серверу ELSYS

Реализация подобного функционала позволяет пользователям SDK (VibraMD, 2021) создать своё приложение, работающее без обращения к серверам ELSYS для операционных систем Windows, Linux, Android, iOS. При этом для расшифровки результатов, полученных от конечных пользователей приложений, потребуется только свой собственный сервер на базе OS Windows и аппаратный ключ, поставляемый вместе с SDK (рис. 7)

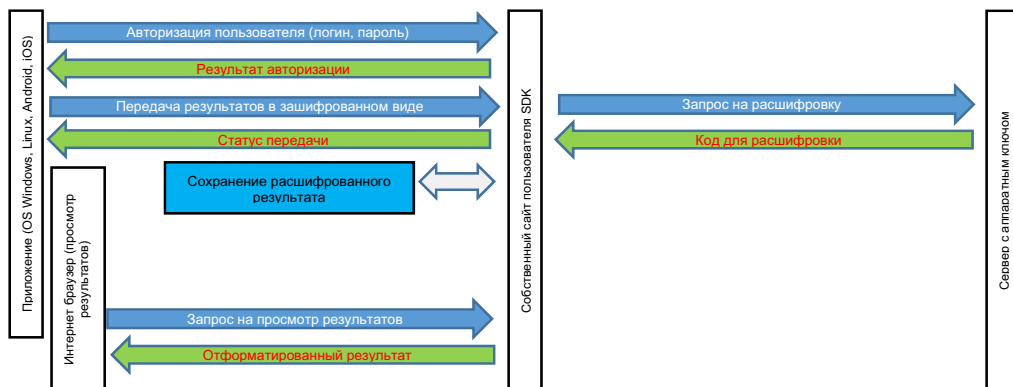


Рис. 7. Работа приложения в составе системы с аппаратным ключом

Заключение

Разработанные SDK для различных платформ и операционных систем позволяют существенно расширить количество пользователей технологии виброизображения за счет вовлечения владельцев устройств на ранее неподдерживаемых платформах. Кроме того, благодаря наличию комплектов разработчиков, теперь можно создать собственные приложения под наиболее популярные операционные системы.

Литература:

1. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме. 108 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>
2. Минкин, В. А. (2020) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
3. Vibraimage_Linux, (2021) Vibraimage Linux SDK description Platform [Electronic resource]. Available at: https://psymaker.com/downloads/Linux_MIX_SDK_210316.zip (Access: 02 April 2021).
4. VibraMED_iOS, (2021) VibraMED iOS SDK Description [Electronic resource] Available at: https://psymaker.com/downloads/AppleVibraMO_SDK_20210329.zip (Access: 02 April 2021).
5. VibraMD, (2021) VibraMD SDK Description [Electronic resource] Available at: https://psymaker.com/downloads/AndroidVibraMD_SDK_210330.zip (Access: 12 April 2021).
6. VibraMO, (2021) VibraMO SDK Description [Electronic resource] Available at: https://psymaker.com/downloads/AppleVibraMO_SDK_20210329.zip (Access: 13 April 2021).

Психофизиологическая детекция лжи. Заметки практикующего полиграфолога

А. Ю. Медведев

НКО Polygraph, Оренбург, Россия,
medvedev247@mail.ru

Аннотация: Описываются возможности и преимущества альтернативных классическому полиграфу технологий: каллиграфа, виброизображения и пульсоксиметрии для получения достоверной психофизиологической реакции испытуемого. Анализируются методики применения различных технологий психофизиологической детекции лжи.

Ключевые слова: полиграф, виброизображение, психофизиология, пульсоксиметр, каллиграф.

Psychophysiological Detection of Deception. Polygraph Examiner's Notes

Andrey Y. Medvedev

NKO Polygraph, Orenburg, Russia,
medvedev247@mail.ru

Abstract: The article describes the possibilities and advantages of technologies alternative to the classical polygraph: calligrapher, vibraimage and pulse oximetry for obtaining a reliable psychophysiological reaction of the subject. The methods of application of various technologies of psychophysiological lie detection are analyzed.

Keywords: polygraph, vibraimage, psychophysiology, pulse oximeter, calligrapher.

Введение

На протяжении длительного времени ученые из разных стран пытаются решить важную проблему — извлечение из памяти опрашиваемого лица информацию. Задача эта оказалась сложной, так как существующие технологии лишь частично покрывают проблему точности такой информации, при относительной дешевизне оборудования и простоты его применения для массового использования. Например, классический полиграф, который массово распространен по всему миру, имеет недостаточную точность (Staniforth, 2021). В этой статье приводится опыт английских полиграфологов и анализ надежности информации, получаемой от них. Ученые сходятся на мнении, что такая информация (после полиграфа) может рассматриваться только как второстепенная, не имеющая самостоятельного значения и должна перепроверяться иными источниками.

Уязвимости полиграфа, через которые проникают ошибки («обвинить невиновного» и «оправдать виновного»).

1. Отсутствие аппаратного контроля за испытуемым в момент принятия им решения «сообщить правду», «сообщить ложную информацию», особенно на бессознательном уровне.

2. Снижение мотивации к прохождению процедуры. Психологически разные ситуации для испытуемого предтестового интервью и тестирования с использованием полиграфа.

3. Адаптация к стимулам при предъявлении тестов 3 раза. Адаптация приводит к уменьшению выраженности реакций, даже в случае, когда испытуемый обманывает.

4. Контроль внимания на стимулах или его отсутствия во время тестирования полностью отдан испытуемому. Специалист на этот процесс повлиять не может.

5. Подсчет бальной системой оценки полиграмм (ЦПП, 2021) происходит из неоднородного материала с реакциями испытуемого в состоянии контроля за стимулом и реакциями без контроля, машинальными, вызванными не смыслом стимула и чувством страха, а звуком, который издает специалист, предъявляя стимул.

Совершенствование технологии опроса с использованием полиграфа ведется по двум направлениям: совершенствование программно-аппаратной части полиграфа и совершенствование методики. Однако, не тот и не другой подход не решает проблем, описанных выше, и количество ложных выводов, сделанных полиграфологами, не сокращается.

Одним из существенных недостатков является сама конструкция полиграфа, который, к сожалению, не «видит» процессы, происходящие с опрашиваемым лицом в отрезке (см. уязвимость № 1) времени менее 1 секунды, а еще, если быть точнее, в момент принятия подсознательного решения «сообщить ли правду» или «обмануть». Эти процессы оказались у всех людей одинаковы. Решение о сообщении правды принимается человеком на отрезке времени до 300 мс, а решение о сообщении ложной информации принимается на отрезке времени всегда большем, чем 300 мс. Длину волны, равную в 300 мс, которая фиксировалась оборудованием, назвали P300 (Picton, 1992). В настоящее время в России имеются две технологии с биологической обратной связью (БОС), которые могут работать с волной P300 (Picton, 1992), одновременно с тестами полиграфных проверок Control question technique и Relevant and irrelevant question technique — это система виброизображения (Минкин, 2020) и каллиграф (здесь и далее, я сохраняю название Каллиграф с двумя Л, хотя производитель этого оборудования часто использует одну Л в написании по аналогии с полиграфом), основанный на методике, предложенной бразильским психологом Мира-и-Лопес (Мира-и-Лопес, 2002), представленный в виде АПК УСРП «Арсенал» (Трофимов, 2017). По стоимости оборудования (а значит и по стоимости самой проверки на нем) они сопоставимы с классическим полиграфом.

Предлагается решение: задействовать технологии БОС для повышения достоверности результатов психофизиологической детекции лжи. Они могут выступать вместо полиграфа как самостоятельно, так и дополняя друг друга.

Отличия каллиграфа от полиграфа

Программный модуль «Каллиграф» предназначен для проведения компьютерного анализа рукописного текста человека с целью обнаружения фрагментов письменной речи, отвечающих повышенному эмоциональному напряжению пишущего. Фактически, Каллиграф является детектором лжи по почерку (ПолиГард, 2021). Как показал мой собственный опыт работы с заказчиками, часть из них, имея гуманитарное образование, часто испытывают трудности восприятия информации, если она представляется в относительных величинах, то есть в процентах. Но любое исследование на полиграфе исследователю представляется именно в процентном отношении релевантных вопросов по отношению к контрольным или нейтральным (так устроены программы на любом полиграфе (Коимшиди, 1988), каллиграф не исключение). И только потом исследователь облачает эти цифровые значения в удобную благозвучную форму восприятия. Эти формы часто подвергаются нападкам, потому что юридические значения имеют свои особенности, часто со скрытыми подтекстами, в которые вкладываются некие смыслы.

Каллиграф имеет следующие отличия от полиграфа:

1. Стимул. Именно она (многословная форма) является в дальнейшем материалом для исследования, как полиграмма после стимула в полиграфе. Чем она короче, тем меньше возможности получить результат. В полиграфе промежуток измерения выставляется не менее 25 секунд. То есть, все процессы в организме испытуемого изучаются в этот отрезок времени. На каллиграфе, чтобы дать развернутый ответ у испытуемого есть 1–2 минуты, в зависимости от навыков письма человека и его способности самостоятельно придумывать ответ.

2. В открытых ответах на вопросы содержится больше информации, чем на закрытые вопросы, которые предъявляют на полиграфе. Эта информация должна быть изучена. Особенно, если она касается красной зоны, как впрочем, и зеленой.

3. На полиграфе во время предтестового интервью лишь озвучиваются вопросы, но никогда не показывается письменный их вариант. Это делается для того, чтобы испытуемый держал много информации в памяти и, отвечая, допускал ошибки и оговорки, которые в свою очередь стимулировали бы проявление дополнительных эмоций. У каллиграфа нет стадии предтестового интервью, вопросы предъявляются один раз. Но все вопросы предъявляются ему на бланке сразу. Объясняется лишь как строить ответы и как необходимо записывать.

4. Большая часть психологии лежит в предтестовом интервью, специалист нагружает ее дополнительно, например проективными тестами. Цель — сделать для себя предварительный вывод об испытуемом. Но во время проведения тестирования психологических приемов не применяется. Но эти 2 процесса разделены, и это разделение понимает и сам испытуемый. **Практически, во время теста на полиграфе у испытуемого нет места для обдумывания — дать правдивый ответ или его исказить.** Потому что вопросы идут один за другим с периодичностью 25–30 секунд. А сам тест воспринимается им не как объяснение, а как некая игра. Поэтому, ответ испытуемого в тесте «Да» в жизни не соответствует признанию.

5. Осознанность испытуемого или концентрация внимания. В обычной жизни человек пребывает в состоянии осознанности примерно 15 минут, а потом, если не

переключается на иной вид деятельности, его внимание падает примерно наполовину. На полиграфе невозможно получить четкие психофизиологические реакции испытуемого, если он не будет в состоянии осознанности. Но этот процесс отдан самому испытуемому. Он может отвечать на тесты слово «да» или «нет» как в состоянии осознанности, так и произносить их машинально. Во втором случае интенсивные эмоции (то есть понятные для полиграфолога) проявляться не будут. Исследование на полиграфе длится 2.5–3 часа. Падение (удержание) концентрации внимания связано с энергией испытуемого. Обычно полиграфолог наблюдает следующий процесс: если на 1–1.5 минуты, когда длится одно предъявление теста, его хватает, то на последующие за ним предъявления уже не хватает. Впервые исправить уязвимость полиграфного исследования № 1 попытался Farwell Lawrel (Farwell, 2012), технология появилась под названием Brain Fingerprinting. Однако технология может охватывать методику СІТ и на другие не распространяется. Технология получилась дорогая и не подходила для массового использования. Тем не менее, долгое время остается открытым вопрос, как приблизиться к изучению состояния принятия решения испытуемым?

Что измеряет каллиграф? Он измеряет уровень стресса на стимул в виде вопроса теста. Какие измерения служат базовыми при этом: графологические и графометрические маркеры, которые динамически изменяются в зависимости от эмоции стресса и которые происходят с испытуемым в этот момент времени. Одновременно они остаются стабильными, если стресс испытуемый не испытывает. При этом обработка этих маркеров и разбивка по категориям происходит в программе полиграфа (Сошников&Пеленицын, 2020). Уровень стресса связан с процессом какое из решений принял испытуемый — «сообщить правду» или «обмануть». Другие искажающие реальность факторы на возникновения стресса у испытуемого в сравнении с процедурой тестирования на полиграфе, и влияющие на точность исследования в целом (боязнь электричества, страх перед контактными датчиками, страх выглядеть в глазах полиграфолога недостойно и др.) не возникают.

Обдумывание — это очень важный этап для исследования, из которого можно делать собственные прогнозы даже без каллиграфа. Ганс Селье (Selye, 2013) писал о 2 состояниях человека перед опасностью «бежать» (для полиграфа — это говорить правду) или «бороться», то есть, придумывать ответы, которые не соответствуют истине. Это все происходит на подсознательном уровне, но от него зависит физиологический ответ организма.

Вывод № 1. При использовании Каллиграфа вместо полиграфа, за счет разницы в методическом подходе можно закрыть уязвимости № 2–5 и частично уязвимость № 1. Методика каллиграфа хорошо решает эту проблему. Невозможно написать что-то, какой то текст от руки и тем более дать письменный ответ на вопрос без концентрации внимания! Этот навык в человеке закрепился на уровне подсознания с момента появления письменности (Винберг, 1940; Китаев&Пархомов, 1997; Линевич, 1997; Тараненко, 2017; Петрова, 2016; Симакова, 2003; Попова, 2011; Шкоропат, 2008; Семина, 1972; Лурия, 2002). По этой причине не требуется «настройка» испытуемого, то есть предтестовое интервью, которое предусмотрено в методике по работе с полиграфом. И концентрация внимания не падает на протяжении всего исследования на каллиграфе, которое длится примерно 1 час. Вернемся к теме

«замирания». По моим наблюдениям за испытуемыми в процессе расследования с использованием каллиграфа оказалось, что продолжительность замирания перед написанием ответа у испытуемого на вопросы, на которые он пытался обмануть на 1,5–2 секунды больше, чем на вопросы, на которые он собирался ответить правдиво. Так возникла идея использования оксиметра для этой цели, как дополнительного устройства, повышающего надежность такого исследования.

Технологическая модель использования оксиметра

Какие реакции измеряет оксиметр, и какие из них важны для целей исследования, а какие не важны? Оксиметр измеряет: 1. уровень кислорода в крови; 2. частоту сердечных сокращений; 3. плетизмограмму; 4. перфузионный индекс PI, отвечающий за движение кислорода в крови. Уровень кислорода в крови — это стабильный показатель. Он важен только для определения болен ли испытуемый или нет. Только задержка дыхания примерно на 1 минуту снизит его показания. На практике таких длительных задержек дыхания ни кто не делает во время исследования. Плетизмограмма очень динамичный показатель. И он отвечает за обращение кровотока либо по большому кругу, либо по малому. Этот показатель тесно связан с эмоцией страха в человеке. При обмане значения снижаются от средних для испытуемого в 2–2.5 раза.

Было замечено, что движение кислорода в периферических сосудах (PI индекс) в этот момент сильно снижалось и наименьшие значения приходились в те моменты, которые были ниже контрольного значения, которое измерялось оксиметром (на вымышленный объект, которого нет в природе и который вообразил испытуемый). Сопоставление параметров индекса PI и соотношения графометрических и графологических параметров контрольных и релевантных значений позволяет точно определять наличие обмана в письменных ответах испытуемого, даже если эти значения попадают в желтую зону неопределенности в программе Каллиграфа.

Вывод № 2. *Отказ сразу от двух важных механизмов, используемых полиграфологами (предтестового интервью и бальной оценки полиграмм) при работе с Каллиграфом, в пользу изучения замирания испытуемого перед вопросом и индекса PI, способствует повышению точности исследования в целом.*

Вывод № 3. *Оксиметр в модели использования с каллиграфом (или vibraitage) выступает тем инструментом, который измеряет состояние «замирания» до дачи ответа испытуемым. Только благодаря ему в промежутке 1–2 секунды становится понятным процесс перераспределения кровяного потока с большого круга на малый, или наоборот!*

Оксиметр модель Vohum AH018 (<https://boxum.com>) крепится на указательный палец руки испытуемого, свободной от той, в которой он держит шариковую ручку. Подключается к смартфону. Испытуемому предлагается представить мысленно несуществующий образ, который он никогда не видел в жизни (например, слона пятнистого окраса). Когда образ готов, он говорит «да» и записывает в поле бланка «Слон пятнистого окраса». Экзаменатор замеряет наименьшее значение PI до момента написания ответа испытуемым. Это и есть контрольное значение. Это значение экзаменатор заносит в бланк вопросника. Например, в обычном

спокойном состоянии значение PI у испытуемого оставляло 3.6 единицы. В момент зарождения контрольного образца оно составило 2.0. Когда испытуемый доходит до релевантного вопроса (который заранее знает экзаменатор) зачитывает его вслух, экзаменатор следит за испытуемым и в момент «замирания», выждав наименьшее значение PI, отправляет по Bluetooth скрин измерения оксиметром.

Технология виброизображения

Система виброизображения или vibraimage (Минкин, 2007; 2020) работает с живым видео или видеофайлом и способна улавливать короткие изменения за счет компьютерной обработки видео в режиме реального времени. В режиме детекции лжи предусмотрены два режима: тест и мониторинг. В режиме «мониторинг» можно осуществить те же функции, что были описаны выше для Каллиграфа, когда перед испытуемым есть «стоп» промежуток на обдумывание вопроса, а затем дачу ответа в определенной форме (развернутой). Мы даем возможность проявиться стратегии «замирания» и отслеживания волны P-300 у испытуемого при решении сообщать правду или обмануть. Чтобы добиться от испытуемого большего эффекта «замирания» целесообразно включать промежуточное звено, когда стимул-вопрос выводится на экран перед глазами испытуемого (только один вопрос по порядку, не весь тест). И просить испытуемого самостоятельно вслух зачитывать вопрос и дать на него ответ в развернутом виде. Так оператору более точно можно будет отследить временную точку ввода стимула и точку окончания, когда испытуемый начинает произносить ответ. Изменения психологических параметров «до» самого ответа с фиксацией изменений быстрых параметров дают большую объективность всего процесса, потому что при этом задействуется не только та часть мозга, которая отвечает за возникновение эмоции, но и за ее зарождение в виде бессознательных импульсов или волн P-300. Следует заметить, что программа Vibraimage действительно видит эти волны в виде быстрых реакций, но перераспределение кровотока программа «увидеть» не может, оператору можно лишь предположить, что до ответа произошло «замирание», и там, на этом отрезке времени это случилось с испытуемым, надежно проследить этот процесс в его организме помогает оксиметр.

Заключение

С момента изобретения полиграфа все исследователи концентрировали свое внимание на стимулы и их содержание, но упускали возможность изучить, что предшествует ответу на стимул, понимание состояния испытуемого «до» дачи того или иного вербального ответа. Отсутствие информации об этом состоянии испытуемого потом породило ошибки при анализе полиграмм и недоверия ко всему методическому приему в целом со стороны общества. Решение этой задачи, то есть использование БОС каллиграф или виброизображения при контроле перераспределения кровотока при зарождении эмоции страха оксиметром, позволит приблизить метод изучения памяти человека, которая остается у него от воздействия экстремальной ситуации, и вывести ее на новый уровень.

Литература:

1. Винберг, А. И. (1940) Криминалистическая экспертиза письма. М., 1940.
2. Китаев, Н. Н., Пархомов, В. А. (1997) Психологическое состояние исполнителя рукописного текста, Вестник Иркутской государственной академии, № 4 (25).
3. Коимшиди, Г. Ф. (1988) Получение диагностической информации вероятностным методом распознавания образцов. Г. Ф. Коимшиди, В. В. Серегин. Волгоград: ВСШМВД СССР, 16 с.
4. Линевич, В. Л. (1997) Изучение характеристик психологических изменений индивидуальных признаков почерка как психологических индикаторов при диагностике стресса, Психодиагностика в правоохранительных органах, 1997, № 2 (6).
5. Лурия, А. Р. (2002) Письмо и речь: нейролингвистические исследования. М.: Наука, 345 с.
6. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме. 108 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>
7. Минкин, В. А. (2020) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
8. Мира-и-Лопес, Е. (2002) Графическая методика исследования личности. СПб.: Речь.
9. Петрова, С. И. (2016) Диагностика психологических свойств по почерку (криминалистический, физиологический и психологический аспекты).
10. ПолиГард (2021) Программный модуль Каллиграф. <https://shop.polyguard.ru/tovar/programmnyiy-modul-kalligraf/>
11. Попова, О. А. (2011) Диагностическое исследование почерка как основа выявления типа мыслительных задач исполнителя рукописи, дисс. канд. юрид. наук. Томск.
12. Семина, Л. Р. и др. (1972) Использование физиологических методов исследования в судебном почерковедении, Труды ВНИИСЭ. М.: ВНИИСЭ, 1972, Вып. 4, С. 224–269.
13. Симакова, Е. С. (2003) Отражение в почерке психологических свойств и состояний личности (криминалистический, уголовно-процессуальный и психологический аспекты), дисс. ... канд. юрид. наук. Томск.
14. Сошников, А. П., Пеленицын, А. Б. (2020) Алгоритм ChanceCalc — сравнение различных систем количественного анализа полиграмм, <https://proverka-na-poligrafe-pro.turbopages.org/proverka-na-poligrafe.pro/s/sravnenie-razlichnih-sistem-kolichestvennogo/>
15. Тараненко, В. И. (2017) Почерк, портрет, характер. Скрытая психодиагностика в практическом изложении.
16. Трофимов, Т. Ф. (2017) <https://youtu.be/ry1y6oP2ej4>
17. ЦПП (2021) Балльная оценка полиграмм. https://polygraph.su/info/uchebno-metodicheskie-materialy/educational_materials/ballnaya-otsenka-poligramm/
18. Шкоропат, Е. А. (2008) Теоретические и методические аспекты диагностирования необычных психофизиологических состояний исполнителя рукописи по почерку, дисс. ... кандидат юрид. наук. Волгоград.
19. Farwell, (2012) Brain Fingerprinting: a Comprehensive Tutorial Review of Detection of Concealed Information with Event-Related Brain Potentials, Cognitive Neurodynamics, Vol. 6, pp. 115–154.
20. Picton, TW. (1992) The P300 Wave of the Human Event-Related Potential, Journal of clinical neurophysiology, Raven Press LTD, NY.
21. Selye, H. (2013) Stress in Health and Disease, Butterworth-Heinemann.
22. Staniforth, A. (2021) Murder Investigation: The Police Application of Brainwave Technology, Policing Insight, 25 May 2021. <https://policinginsight.com/features/innovation/murder-investigation-the-police-application-of-brainwave-technology/>

Анализ системы предоставления грантов на проекты по разработке программного обеспечения по направлению искусственный интеллект в медицине на примере медицинского приложения виброизображения HealthTest

Е. Г. Лобанова

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

Аннотация: В данной статье приведен краткий обзор цифровизации здравоохранения в России и в мире. Показано, что одним из основных перспективных направлений является использование искусственного интеллекта во всех областях здравоохранения. Рассмотрено решение для экспресс-диагностики COVID-19 программа HealthTest, основанная на технологиях виброизображения и искусственного интеллекта. Проанализирована грантовая ситуация в 2020 году в России, на примере заявок на софинансирование клинических исследований проекта HealthTest.

Ключевые слова: цифровизация, здоровье, здравоохранение, HealthTest, телемедицина, виброизображение, искусственный интеллект, грант, субсидия, диагностика, COVID-19, коронавирус, пандемия.

Analysis of the Grant System for Software Development Projects in Medicine Based on Artificial Intelligence on the Example of Vibraimage Medical Application HealthTest

Eugeniia G. Lobanova

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

Abstract: This article provides a brief overview of the digitalization of healthcare in Russia and in the world. Shown that one of the main promising areas is the use of artificial intelligence in all areas of health care. A solution for express diagnostics of COVID-19 the HealthTest program based on vibraimage and artificial intelligence technologies was considered. The grant situation in 2020 in Russia is analyzed by the example of the HealthTest project for co-financing of clinical trials of the HealthTest project.

Keywords: digitalization, health, healthcare, HealthTest, telemedicine, vibraimage, artificial intelligence, grant, subsidy, diagnostics, COVID-19, coronavirus, pandemic.

Введение

В настоящее время пандемия COVID-19 стала причиной серьёзных социально-экономических последствий по всему миру. В качестве методов борьбы (рис. 1) с коронавирусной инфекцией были введены множественные ограничительные меры, что привело к одной из крупнейших мировых рецессий с 1930-х годов в экономике, у 93% стран в 2020 г. упал ВВП, в некоторых странах начался массовый голод. В России с начала пандемии COVID-19 по данным оперативного штаба заболели свыше 4,7 млн человек. К моменту написания статьи (апрель 2021 г.) в стране согласно официальной статистике от коронавируса умерли 103,6 тыс. человек (Коронавирус в РФ, 2021), однако реальная цифра почти в три раза больше (Kobak, 2021).



Рис. 1. Методы борьбы с пандемией COVID-19

В крупных государствах, в том числе и в России, были выделены значительные финансовые средства для поддержки проектов, направленных на решение проблем, возникших в условиях пандемии, на восстановление секторов экономики, пострадавших больше всего от ограничительных мер. С учетом необходимости уменьшения контактов и социального дистанцирования для прекращения пандемии основные финансовые средства выделялись на проекты, направленные:

- на разработку лекарств/вакцин, диагностических способов против COVID-19;
- на обеспечение дистанционной работы;
- на получение услуг образовательных, досуговых, в том числе и медицинских, дистанционно, онлайн.

Для успешной борьбы с пандемией, согласно всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), необходимо обеспечить глобальный доступ к вакцинам, средствам диагностики и лекарственным препаратам для борьбы с коронавирусом повсеместно и для всех нуждающихся в них людей (Ghebreyesus&Leyen, 2020).

Для предотвращения долгосрочных негативных последствий и минимизации ущерба государства стали вкладывать значительные финансовые средства в инновационную область на стыке информационных технологий (ИТ) и медицины — телемедицину. В условиях социального дистанцирования, локдаунов и других ограничений, а также очень быстрого распространения вируса очень важно иметь возможность быстрого удаленного доступа к медицинской помощи для обеспечения здоровья всех граждан, что как раз и могут обеспечить проекты телемедицины.

Одним из примеров таких проектов является проект HealthTest. Он представляет собой программу экспресс-диагностики, разработанную на основе анализа видео лица человека длительностью 1–3 минуты с помощью технологии вибро-изображения (Минкин, 2007; 2020) далее (ВИ) и искусственного интеллекта (ИИ). Проведение клинических исследований, создание открытой базы сравнительных данных результатов замеров состояния человека программой HealthTest и анализов крови на антитела к вирусу может стать путем решения проблемы повсеместной экспресс-диагностики любых вирусов, в том числе и COVID-19.

Телемедицина в мире

Подробный анализ ситуации в мире по цифровизации здравоохранения приведен в результатах исследования Российского фонда развития информационных технологий (Крюков и др., 2020). Ведущими странами за рубежом по финансированию и внедрению телемедицины являются США, Республика Корея, Япония, Сингапур, Великобритания. Также программы по внедрению цифровых технологий в сферу здравоохранения есть в Австралии, Бразилии, Германии, Дании, Израиле, Мексике, Финляндии. Наиболее продвинутые страны ориентируются на возможности искусственного интеллекта и готовы вкладывать миллиарды долларов США в развитие проектов по ИИ, в том числе и с применениями в здравоохранении. В КНР, например, разработано несколько пересекающихся стратегий по развитию и внедрению ИИ во все сферы жизни.

В таблице 1 приведены основные телемедицинские решения, активно внедряемые в разных странах. Но внедрение любых телемедицинских решений неразрывно связано с развитием широкополосной инфраструктуры, сетей 5G, толчком к чему, в том числе, послужила пандемия COVID-19.

В условиях пандемии COVID-19 остро встал вопрос диагностики вируса, особенно на ранних стадиях, причем за минимально возможное время. Благодаря активному финансированию, во многих странах мира появились инновационные решения, связанные с разработкой экспресс-тестов анализа крови, или другие инвазивные решения. Но такие решения, кроме того, что являются дискомфортными для граждан, занимают не менее 15 минут. Из неинвазивных методов интересным решением явилось мобильное приложение Coughvid (Coughvid, 2021) для диагностики пациентов посредством анализа их кашля, разработанное

специалистами лаборатории встраиваемых систем Федеральной политехнической школы Лозанны (EPFL). Подробный обзор различных зарубежных решений по состоянию на апрель 2020 г. был проведен Агенством инноваций города Москвы (Аналитический дайджест, 2020; Аналитический обзор, 2020).

Таблица 1

Направления телемедицинских решений с примерами

Решение		Страны	Примеры*
	Электронная медицинская карта	Австралия, Бразилия, Великобритания, Германия, Дания, Израиль, КНР, Мексика, Сингапур, США, Финляндия, Корея, Япония	Open Eyes (Великобритания), KanTa (Финляндия)
	Web-платформа для мониторинга лечения и консультаций в больницах	Австралия, Бразилия, Великобритания, Германия, Дания, Израиль, КНР, Мексика, Сингапур, США, Финляндия, Корея, Япония	Strategic Interoperability Framework (Австралия), DigiSUS (Бразилия), NHS.UK (Великобритания), RadarCisalud (Мексика)
	Программы диагностики, в том числе на основе ИИ	Великобритания, Израиль, КНР, Сингапур, США, Корея, Япония	DIADEM (Великобритания), AI Singapore Grand Challenge (Сингапур), «Доктор Ответ» (Республика Корея), Zebra Medical Vision (Израиль), «23andMe» (США), «Sophia Genetics», Arterys (США)
	Аналитическая платформа на основе ИИ для разработки новых тестов и методов терапии	Германия, Израиль, КНР, Сингапур, США, Корея, Япония	Ontosight Discovery (Германия), проект «Большие данные в здравоохранении» (Израиль), FEEDER-NET (Республика Корея)

* Информация взята с официальных сайтов разработанных программ и приложений.

Анализируя существующие, разрабатываемые и финансируемые проекты в области телемедицины и искусственного интеллекта, можно сделать вывод о направлениях применения ИИ. В таблице 2 приведены основные результаты, которые с помощью ИИ можно получить.

Таблица 2

Применение искусственного интеллекта в медицине

Профилактика	Диагностика	Лечение
Поддержка принятия врачебных решений		
– гаджеты и приложения для здорового образа жизни; – ускоренная разработка вакцин (особенно актуально при пандемиях); – анализ генетических предрасположенностей к заболеваниям.	– анализ медицинских изображений (УЗИ, КТ, МРТ) для диагностики заболеваний на более ранних стадиях; – обработка и систематизация результатов традиционных анализов.	– подбор индивидуально-оптимального оптимального лечения с учетом анамнеза; – разработка лекарств.
	Реконструкция изображений (например, при операциях)	
Дистанционный мониторинг состояния здоровья		
Ускорение работы врача за счет выдачи наиболее вероятных диагнозов на основе существующих анализов пациента		
Принятие управленческих решений в области здравоохранения		
Образовательные программы в области здравоохранения		

ИИ позволяет значительно эффективнее человека обрабатывать большие массивы информации, и для получения такой информации правительства также вкладывают значительные финансовые средства в кроссплатформенные решения, позволяющие агрегировать различную информацию.

С учетом вышесказанного проект HealthTest, разработанный в целях остановки пандемии в 2020 г., на фоне других разработанных решений является инновационным и находится в основном тренде развития телемедицины.

Проект HealthTest

Целью проекта было создание эффективной ранней диагностики и самодиагностики COVID-19 для предотвращения распространения пандемии и повышения эффективности лечения заразившихся пациентов. При общедоступной возможности экспресс-диагностики с вероятностью не пропуска больного больше 95% количество контактов больных людей со здоровыми можно было бы значительно уменьшить, что в конечном итоге привело бы к остановке пандемии в целом. Разработанная диагностика должна была быть доступной и простой в применении, использоваться для выявления новых инфекционных заболеваний, определения адаптивных возможностей организма и функционального здоровья. Принципиальная схема работы продукта HealthTest приведена на рисунке 2.

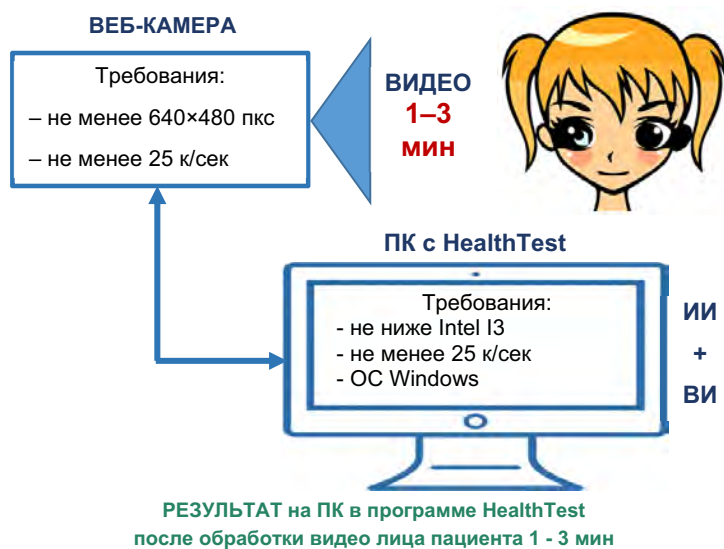


Рис. 2. Принципиальная схема работы HealthTest.

ПК — персональный компьютер, HealthTest — установленное на ПК программное обеспечение для экспресс-диагностики COVID-19, ИИ — искусственный интеллект, ВИ — технология виброизображения

На начальной стадии пилотирования точность результатов составила 97% относительно известных биохимических методов диагностики. Разработанный продукт может быть применен как в частном порядке для персональной само-диагностики на COVID-19, так и для контроля состояния здоровья в аэропортах, в медицинских учреждениях в качестве систем поддержки принятия решений врачами, в организациях, где необходимо организовать предсменный контроль с учетом эпидемиологической обстановки, в общественных местах, где есть возможность организовать рабочие места для контроля посетителей (спортивные учреждения, театры, аэропорты, вокзалы и т. п.). Продукт рассчитан на массового пользователя.

Сравнение продукта HealthTest с другими методами диагностики приведено в таблице 3.

Согласно приведенным в таблице 3 данным видно, что по чувствительности метод диагностики COVID-19 с помощью HealthTest сравним или превосходит биохимические методы анализа. Неоспоримым преимуществом метода является его неинвазивность, что важно для пользователей в повседневных ситуациях, например, в общественных местах, на мероприятиях с большим числом посетителей. Другим известным неинвазивным способом являются быстродействующие системы, анализирующие кашель и симптомы пациента, на основе ИИ. Однако чувствительность такого метода значительно уступает результатам HealthTest, ввиду того, что технология виброизображения обрабатывает значительно больший объем данных, что повышает точность метода.

Таблица 3

Сравнительный анализ методов диагностики COVID-19

Метод диагностики COVID-19	Чувствительность теста	Длительность до получения результата	Стоимость	Доступность (требования)	Неинвазивность
HealthTest	99%	1–3 мин	Бесплатно или 1000 р* неограниченно раз	Зафиксированный телефон или компьютер с веб-камерой	Да
ПЦР	70%	1–3 дня	от 1700 р* за 1 раз	Необходим визит в клинику или приезд курьера	Нет
Экспресс ПЦР	30%	1 час	от 2000 р* за 1 раз		Нет
Биохимический анализ крови на антитела ИФА	95–100%	2–3 дня	от 880 р* за 1 раз за 1 вид антител		Нет
Экспресс-тесты по методу ИХА	80%	10–25 мин	от 3500 р* за 1 раз		Нет
Анализ кашля CoughVid, Deep Cough 3D и т. п.	85%	1–5 мин	В разработке*	Телефон или специальное устройство	Да

* Цены на анализы взяты с официальных сайтов лабораторий (helix.ru, gemotest.ru, smt-clinic.ru, www.invitro.ru) и разработчиков ПО (psymaker.com, coughvid.epfl.ch), а также (Knowles, 2021)

Грантовая система в России

В продуктах, связанных с анализом кашля, сравнивались базы данных замеров людей с диагнозом COVID-19 и данные лиц с наличием другого схожего диагноза или здоровых. Все проекты по развитию этих продуктов были профинансированы, так как для постановки диагноза требовались традиционные биохимические методы диагностики. Программа HealthTest разработана небольшим коллективом ООО «Многопрофильное предприятие «Элсис», что обуславливает необходимость софинансирования для проведения аналогичных исследований и набора базы данных для обучения ИИ. С учетом эпидемиологической обстановки было решено воспользоваться увеличившимся финансированием проектов против COVID-19 для поиска инвесторов.

Несмотря на большое количество грантов по всему миру, подходящих по тематике под проект HealthTest, исторически сложилось, что в области медицины финансирование обычно остается внутри государства. Самой крупной программой, допускающей при больших ограничениях участие третьих стран, является

программа Евросоюза «Горизонт 2020». К концу 2018 года проекты третьих стран представляли 3,89% от всех проектов программы, получив 194,2 млн евро, причем больше всего участвовали США, Канада, Австралия и ЮАР. В связи с этим, целесообразность формирования заявки для поиска софинансирования за рубежом представлялась минимальной в сравнении с обращением к отечественным мерам поддержки. Поэтому было принято решение продвигать проект HealthTest в России.

Финансирование проектов, связанных с цифровой экономикой, в РФ началось значительно позже, чем в других странах. Однако разработчики государственной программы цифровизации экономики учитывали опыт зарубежных коллег и одним из направлений для выделения средств озвучили развитие ИИ и применение его в том числе и в здравоохранении.

В настоящее время в России активно развивается множество направлений, связанных с внедрением «Цифровых технологий». Минцифры России выделяет 7,1 млрд. рублей на гранты для ИТ-проектов (Минцифры, 2020). Также государство активно поддерживает проекты, связанные с искусственным интеллектом (Указ Президента РФ, 2019). В России Паспорт федерального проекта «Цифровые технологии» был утвержден всего лишь 28 мая 2019 г. в отличие от аналогичных зарубежных стратегических программ, которые начались в 2012 г. (США), 2013 г. (Республика Корея), 2015 г. (Япония, Сингапур и др.).

На рисунке 3 показано состояние рынка технологий ИИ в медицине в 2020 г. в Москве как в основном городе, через который проходит финансирование большинства государственных программ.

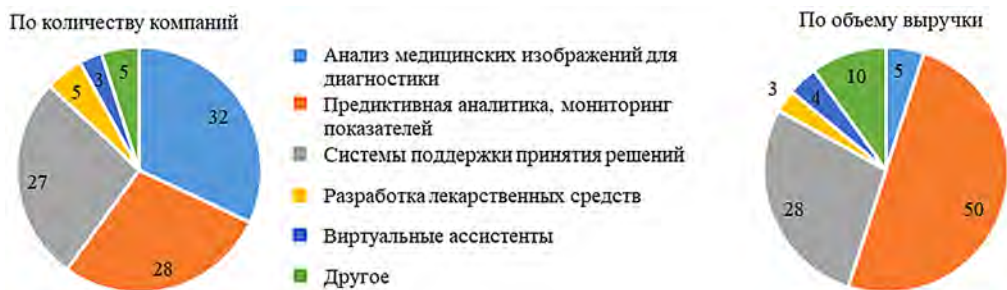


Рис. 3. Структура рынка технологий ИИ в медицине Москвы по количеству компаний и по объему выручки на основе анализа карты ИИ в России (Карта ИИ РФ, 2020)

Согласно данным карты ИИ (рис. 3) 59% компаний занимаются анализом изображений для диагностики и системами поддержки принятия решений. Это показывает, что продукт HealthTest находится в тренде основных направлений применения ИИ в здравоохранении в России.

С учетом этого были поданы заявки на гранты, сводная информация по которым приведена в таблице 4.

Таблица 4

Сводная таблица заявок на гранты с проектом HealthTest в России по разным постановлениям правительства (ПП)

Фонды	Сумма в заявке, млн руб.*	Минимальная доля софинанс., %*	Срок проекта, лет*	№ ПП РФ	Стоп-фактор продвижения заявки от ООО «Многопрофильное предприятие «Элсис»
Фонд «Сколково»	300	20	2	555	Необходимость посредника между Оператором гранта и Разработчиком
РВК НТИ COVID-19	50	20	0,5	—	Недостаточная информация по проекту
РВК НТИ «Хелснет»	300	50	4	402	Недостаточный объем софинансирования в заявке
ФСИ	20	30	1	—	Повышенные риски для Фонда при работе с новой технологией
РФРИТ	50	20	2	550	Необходимость посредника между Оператором гранта и Разработчиком
РФРИТ	50	20	1	1185	Ошибка при подаче документов

* На основе информации из конкурсной документации соответствующих грантов по ПП РФ (ПП 402, 2018; ПП 550, 2019; ПП 555, 2019; ПП 1185, 2019)

Основными стоп-факторами по заявкам являлись отсутствие большой команды для мониторинга всех субсидий, выделяемых правительством, из-за чего много заявок оформлялось в сжатые сроки, что влияло на качество предоставляемого материала, а, следовательно, и на способность понимания всех преимуществ продукта экспертами операторов грантов.

Во многих вариантах субсидий требовался посредник между разработчиком и оператором гранта, выступающий в качестве источника софинансирования, что в нашей ситуации выглядело нецелесообразно.

Интересным результатом стало то, что среди основных операторов субсидий от государства по направлению «Цифровые технологии» практически не было проектов, направленных на решение медицинских задач, несмотря на пандемию.

Были отдельные конкурсы, направленные на борьбу с пандемией и ее последствиями. Распределение таких грантов представлено в таблице 5. Однако значительные средства выделялись на разработку вакцин. Например, российский фонд прямых инвестиций (РФПИ), кроме активных инвестиций в экспресс-тесты на антитела, инвестировал миллиарды российских рублей в успешный проект по созданию вакцины от коронавируса (Юзбекова и др., 2020).

Таблица 5

Распределение финансирования через гранты проектов, направленных на борьбу с пандемией и ее последствиями

Фонд	Количество проектов*	Сумма, млн руб.*	Софинансирование*	Срок проекта*
Президентский фонд грантов	17	от 0,4 до 4,1, но в основном 1,5	15–31%	6–9 мес.
РВК Государственный фонд фондов Институт развития РФ	27	не более 50	30%	не более 6 мес.
Фонд «Сколково»	194		25%	не более 6 мес.

* На основе анализа информации, представленной на официальных сайтах организаций (президентские гранты.pф, www.rvc.ru, sk.ru).

Хотя согласно словам первого заместителя руководителя администрации президента РФ С. Кириенко по итогам заседания координационного комитета Президентского фонда грантов финансирование некоммерческих организаций было осуществлено дополнительно на сумму 3 млрд руб. на проекты против пандемии и ее последствий, по отчетам с официального сайта менее 100 проектов можно отнести к направленным однозначно против пандемии, что составляет не более 200 млн руб. Фонд РВК отобрал 27 проектов против COVID-19, из которых 17 можно отнести к ИТ. Фонд «Сколково» обеспечил грантами 22 инновационных стартапа, бывших полезными в условиях пандемии из 194 одобренных проектов, причем только 48 финалистов были по направлению «Медицина».

Заключение

С начала пандемии COVID-19 прошло уже более 1 года. Но с учетом ситуации в мире, несмотря на наличие вакцин и других средств борьбы с вирусом, вопрос недорогой экспресс-диагностики, не требующей специального образования от операторов, остается до сих пор актуальным. С учетом этого программный продукт HealthTest, который можно использовать с любым компьютером с видеокамерой (в дальнейшем и на любом мобильном телефоне), представляется единственным вариантом массовой экспресс-диагностики, что позволит проводить мероприятия со зрителями, увеличить количество офлайн-встреч, в целом повысить здоровье граждан и остановить пандемию. На данный момент HealthTest — недооцененное и инвестиционно-привлекательное ПО экспресс-диагностики патологий, которое в скором времени может стать частью любой платформы по здравоохранению.

Литература:

1. Аналитический дайджест (2020) Мониторинг лучшего международного опыта применения инноваций в условиях пандемии и экономического кризиса: Аналитический дайджест, ГБУ «Агентство инноваций города Москвы», [Электронный ресурс] <https://innovationmap.innoagency.ru/pandemia/>
2. Аналитический обзор (2020) Тренды развития искусственного интеллекта в медицине: Аналитический обзор, ГБУ «Агентство инноваций города Москвы», [Электронный ресурс] https://innoagency.ru/files/AI_in_Healthcare_AIM_2020.pdf
3. Карта ИИ РФ (2020) Онлайн карта искусственного интеллекта в России. <http://airussia.online/>
4. Коронавирус в РФ (2021) Официальная информация о коронавирусе в России. <https://стопкоронавирус.рф/news/20210413-1120.html>
5. Крюков, Д. и др. (2020) Проведение исследования по лучшим международным практикам поддержки в сфере «сквозных» цифровых технологий, [Электронный ресурс] Данные исследования Российского фонда развития информационных технологий, https://рфрит.рф/media/documents/Issledovanie_RFRIT_22.12.pdf
6. Минцифры (2020) Официальный сайт Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, [Электронный ресурс] <https://digital.gov.ru/ru/events/40094/>
7. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме. 108 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>
8. Минкин, В. А. (2020a) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме, 2020. 164 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
9. Постановление правительства РФ от 3 апреля 2018 г. № 402 (2018) [Электронный ресурс] <http://static.government.ru/media/acts/files/0001201804100027.pdf>
10. Постановление правительства РФ от 3 мая 2019 г. № 550 (2020) [Электронный ресурс] <http://static.government.ru/media/acts/files/1201905070011.pdf>
11. Постановление правительства РФ от 3 мая 2019 г. № 555 (2020) [Электронный ресурс] <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201905060050>
12. Постановление правительства РФ от 11 сентября 2019 г. № 1185 (2020) [Электронный ресурс] <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201909130006>
13. Указ Президента РФ (2020) Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации», [Электронный ресурс] <http://pravo.gov.ru/>
14. Юзбекова, И. и др. (2020) Forbes. Технологии, [Электронный ресурс] <https://www.forbes.ru/tehnologii/402491-milliarder-repik-raskryl-razmer-investitsiy-v-ispytannuyu-vrachami-na-sebe-vakcinu>
15. Coughvid (2021) About Coughvid, [Электронный ресурс] <https://coughvid.epfl.ch/>
16. Ghebreyesus, T. A., von der Leyen, U. (2020) A Global Pandemic Requires a World Effort to End It None of Us Will Be Safe until Everyone Is Safe <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/a-global-pandemic-requires-a-world-effort-to-end-it-none-of-us-will-be-safe-until-everyone-is-safe>
17. Knowles, T. (2021) App can Spot COVID cough by its Sound Coronavirus, The Times. Technology, [Электронный ресурс] <https://www.thetimes.co.uk/article/app-spot-covid-cough-sound-diagnosis-f83w0kbfk>
18. Kobak, D. (2021) Excess Mortality Reveals COVID's true toll in Russia, <https://doi.org/10.1111/1740-9713.01486>

Прогнозирование успеваемости студентов по результатам тестирования множественного интеллекта с помощью технологии виброизображения и искусственных нейронных сетей

В. А. Акимов¹, О. Е. Мартынов¹,
М. С. Куприянов², С. Э. Миронов²

¹ООО «Многопрофильное предприятие «Элсис», Санкт-Петербург, Россия,
minkin@elsys.ru;

²СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург, Россия

Аннотация: Предлагается к рассмотрению практически ориентированная модель решения проблемы соответствия способностей абитуриента профилю учебного заведения при помощи технологии виброизображения и искусственных нейронных сетей (ИНС). Разработаны критерии оценки успешности обучения в техническом вузе для поступающих абитуриентов по профилю множественного интеллекта.

Ключевые слова: профориентация, способности, технология виброизображения, множественный интеллект, нейронная сеть, ИНС, ИИ.

Forecasting Students' Progress in University Education by Testing Multiple Intelligences Using Vibraimage Technology and Artificial Neural Networks

Valery A. Akimov¹, Oleg E. Martynov¹,
Mikhail S. Kupriyanov², Sergey E. Mironov²

¹Elsys Corp, St. Petersburg, Russia,
minkin@elsys.ru;

²ETU «LETI», St. Petersburg, Russia

Abstract: Considered a practically oriented model for solving the problem of student's abilities matching to the profile of an educational institution using vibraimage technology and artificial neural networks. The criteria for assessing the success of education in a technical university for students based on multiple intelligences profile are developed.

Keywords: human resources (HR), abilities, vibraimage technology, multiple intelligences, neural networks, ANN, AI.

Введение

На предыдущих этапах работы в течение трех лет, начиная с 2017 года, проводилось исследование профилей множественного интеллекта (МИ) у студентов-первокурсников Факультета компьютерной техники и информатики СПбГЭТУ (ЛЭТИ), но в 2020 пандемия коронавируса COVID-19 внесла свои изменения в наши планы. Провести тестирование студентов первого курса в очной форме не представлялось возможным, т. к. все студенты вуза были переведены на дистанционное обучение. Поэтому было принято решение проследить успеваемость студентов третьего и четвертого курсов, которые проходили тестирование в 2017 и 2018 году. Основной задачей было определить насколько наши предположения о «структуре профиля множественного интеллекта потенциальных отличников» соответствуют реальной действительности.

Для прогноза академической успеваемости студентов-первокурсников был проанализирован профиль МИ при помощи технологии виброизображения. По результатам трех лет исследований результатов первой сессии было сделано предположение (см. табл. 1), что «потенциальный отличник» будет иметь следующий профиль МИ.

Таблица 1

Профили МИ «успешного студента»

Профили МИ	Технический профиль студента	Гуманитарный профиль студента
Логико-математический МИ	>70%	>60%
Внутриличностный МИ	>60%	>40%
Межличностный МИ	>40%	>70%
Визуально-пространственный МИ	>60%	>50%
Подвижнический МИ	>50%	>60%
Моторно-двигательный МИ	>50%	>50%

Хотя термин «потенциальный отличник», наверное, не совсем корректный, в начале исследований ставилась задача выявления на ранних стадиях студентов, способных «легко» учиться в техническом вузе, не затрачивая на учебу значительных внутренних ресурсов организма, т. е. выявление у студентов тех качеств, которые необходимы для выбранной специальности.

Потребность в уточнении профессионального выбора наблюдается в течение всей профессионально активной жизни человека. На кого пойти учиться и куда пойти поступать? — вопрос, который беспокоит большинство выпускников школ. Иными словами, проблема соответствия способностей абитуриента профилю учебного заведения во многом определяет успешность дальнейшей жизни молодых людей. Возможность человека успешно выполнять тот или иной вид деятельности

при минимальном расходе внутренних ресурсов и времени отражают его способности, которые развиваются только в процессе непосредственной деятельности человека при наличии мотивации к этой деятельности. Выбирая специальность, человек руководствуется обилием мотивов, где не последняя роль принадлежит способностям к овладению будущей профессией. Школьные оценки по учебным дисциплинам не всегда в полной мере отражают наличие или отсутствие способностей к конкретной области. Еще одна проблема — это мода на профессии и соответствующее отношение к представителям этих профессий. Выбор «модной профессии» подразумевает искажение мотивационной структуры личных приоритетов, отсутствие диагностики способностей к выбранной профессии.

Для руководства вуза результаты таких исследований тоже имеют важное значение. Если у студента есть способности, и он применяет их на практике, затрачивая на учебу минимум сил и энергии, то его можно привлекать в различные сборные по программированию или другим дисциплинам, приглашать работать и заниматься наукой в учебные лаборатории еще во время обучения в институте. И он это будет делать не в ущерб основной учебе. Если для учебы тратится много сил и энергии, то любая другая научная деятельность может привести к падению качества обучения.

Существует также и социальный аспект. Если студент «завалил» сессию, но у него есть способности, то причиной плохих оценок могут быть жизненные проблемы, беспорядок в семье, со здоровьем. В этом случае вместо отчисления можно пойти ему на встречу и предложить индивидуальный график пересдач.

Методика

Тестирование проводилось при помощи программы VibraMI10 (VibraMI10, 2018). Данная программа психофизиологического тестирования (ПФТ) человека основывается на технологии виброизображения. Технология виброизображения, применительно к человеку, анализирует двигательную активность (микровибрации) головы человека и преобразует параметры движения в характеристики психофизиологического состояния (ПФС) меняющегося во время тестирования под воздействием различных стимулов (вопросов и картинок-стимулов). Линейно оппозитная система опроса, предложенная в работе (Минкин&Николаенко, 2017), позволяет преобразовать сознательные ответы и регистрируемые изменения ПФС в профиль МИ. Таким образом, реализуется практическая задача определения соответствия способностей студентов профилю выбранной специальности.

Учитывая то, что искусственный интеллект (ИИ) в последнее время достаточно широко и успешно применяется при решении задач, где есть возможность провести исследование независимыми методами и сформировать две группы: контрольную группу (подтвержденные «успешные студенты») и группу исследуемых студентов, было принято решение обучить нейронную сеть по параметрам виброизображения указанных групп. Настроенная, обученная искусственная нейронная сеть (ИНС) способна распознавать предъявляемые ей новые объекты, относя их к одному из классов спектра состояний, распознаванию которых ее удалось обучить.

Материалы исследования

В 2017 году было протестировано 161 студентов-первокурсников ФКТИ ЛЭТИ. Эта выборка студентов использовалась для обучения нейронной сети. Контроль успеваемости выполнялся по результатам 1-й сессии (студенты учились на первом курсе) и 7-й и 8-й сессий (студенты учатся на четвертом курсе). Успешными студентами считались студенты со средним баллом 4 и более и закрывшиеся в основную сессию (рис. 1). Студенты, получившие средний балл от 3,01 до 3,99 и закрывшиеся в дополнительную сессию или закрывшие сессию с большими проблемами и уже после окончания сроков дополнительной сессии, отнесены к группе «учатся с проблемами». По учебной программе на 9–10 дисциплин, по которым выставляется оценка в сессию, число гуманитарных предметов не превосходит 2–3.



Рис. 1. Итоги успеваемости протестированных студентов 2017 года в 2020 году

В 2018 году был протестирован 81 студент (рис. 2).



Рис. 2. Итоги успеваемости протестированных студентов 2018 года в 2020 году

Для обработки результатов исследований в компании Элсис была разработана обучаемая нейронная сеть с достаточно простой структурой: это сеть прямого распространения с одним скрытым слоем нейронов, во входном слое 14 нейронов, в скрытом слое 7 нейронов, в выходном слое 1 нейрон. В качестве входных параметров были использованы значения параметров профиля МИ человека, подаваемые в следующем порядке: IA — внутриличностный, ET — философский,

LM — логико-математический, BM — бизнес-корыстный, VS — визуально-пространственный, NL — природный, BK — моторно-двигательный, MR — музыкально-ритмический, AS — подвижный, VL — вербально-лингвистический, CR — креативный, IE — межличностный типы МИ. А так же интегральные показатели Arts (гуманитарный уклон) и Tech (технический уклон). Расположение типов МИ на гистограммах в программе ВибраМИ предполагает, что с 1 по 6 типы МИ соответствуют техническому профилю, а с 7 по 12 — гуманитарному.

Прогнозирование успеваемости студентов на основе исследования профилей МИ успешных студентов

Как показали исследования студентов 2017–2019 годов, вполне реальна методика профориентации, когда при выборе вуза профили МИ абитуриентов сравниваются с профилями МИ успешных студентов той или иной специальностей выбранного вуза.

Рассмотрим профили МИ студентов, разделив их группы по степени успешности сдачи сессий и по критерию технического или гуманитарного МИ. По степени успешности сдачи сессии выделим три уровня: сдавшие сессию на 5 и 4 (рис. 3), сдавшие сессию со средним баллом немного выше 4, и не сдавшие сессию или сдавшие ее после дополнительной сессии.

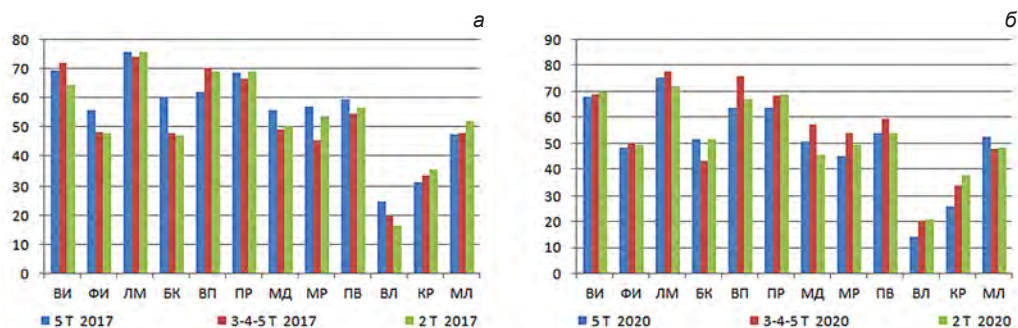


Рис. 3. Профили МИ успеваемости студентов с техническим МИ:
а — в 2017 по 1-й сессии; б — в 2020 по 3-м сессиям

По результатам зимней сессии число отличников в 2017 году составляло 25 (из них 11 с техническим МИ и 14 с гуманитарным МИ). А вот к весенней сессии 2020 года число отличников по результатам двух сессий выросло до 41 (из них 23 с техническим уклоном МИ и 18 с гуманитарным МИ). Но к зимней сессии 2020 года число отличников по результатам уже трех сессий вновь сократилось до 12 (из них 3 с техническим МИ и 9 с гуманитарным МИ).

Такие колебания числа отличников вполне объяснимы тем, что результаты первой сессии не дают 100% выявления «успешных студентов», и реальные способности к техническим наукам у гораздо большего числа студентов проявляются по мере появления новых дисциплин технического уклона и развития ими своих

способностей. А так же тем, что в 2020 году обе сессии сдавались дистанционно, а такая форма обучения и сдачи экзаменов и курсовых работ резко отличается от обычного учебного процесса.

Как видно из статистики, число отличников с гуманитарным уклоном за три года изменилось незначительно, кто был в отличниках изначально, тот им и остался. И профили МИ отличников (рис. 4) также изменились незначительно. Следует отметить только увеличение у студентов-гуманитариев внутриличностного МИ, это легко объяснимо, т. к. к старшим курсам возрастает необходимость к самостоятельной работе, сосредоточенности, в нужный момент «заставить себя» выполнять то, что от них требуется.

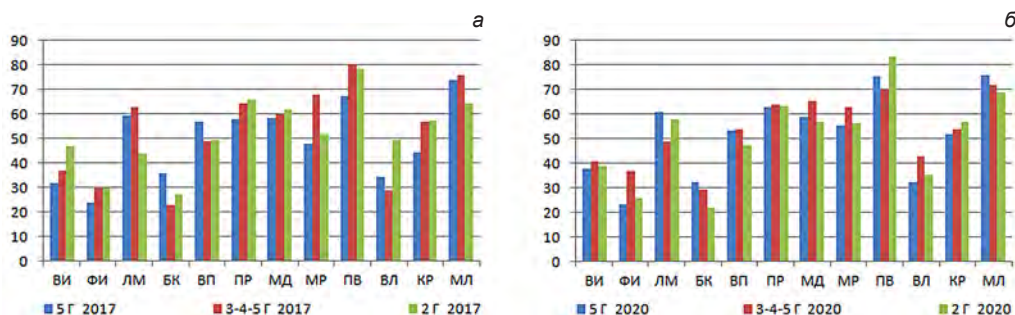


Рис. 4. Профили МИ успеваемости студентов с гуманитарным МИ:
а — в 2017 по 1-й сессии; б — в 2020 по 3-м сессиям

Анализ формы профиля МИ у студентов «отличников» с техническим уклоном меняется от сессии к сессии незначительно (рис. 5), единственно что следует отметить заметное уменьшение «неосновных» для специальности МИ (философского, бизнес-коммерческого, музыкально-ритмического и вербально-лингвистического МИ) по сравнению с первой сессией. Это можно объяснить тем, что у «отличников» более поздних сессий, когда уже пошли дисциплины по специальностям, они не являются «основополагающими» (или «успешная учеба» или «успешный бизнес и творчество»).

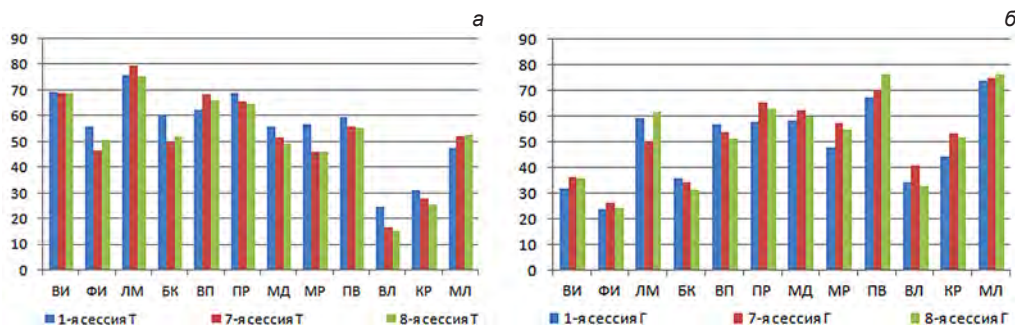


Рис. 5. Профили МИ «успешных» студентов в разные сессии:
а — с техническим МИ; б — с гуманитарным МИ

А вот у формы профиля МИ у студентов «отличников» с гуманитарным уклоном присутствует рост параметров МИ на старших курсах. Это объясняется тем, что чтобы удержаться среди «отличников в техническом вузе» гуманитариям надо постоянно развивать свои способности. В первой сессии им хватило «школьного запаса», а вот дальше надо прилагать усилия.

Чтобы постоянно успешно сдавать сессии для студентов с техническим уклоном (рис. 6) требуется высокие показатели ЛМ, ПР, МР, ПВ, ФИ. «Остается» отличником только сильнейший.

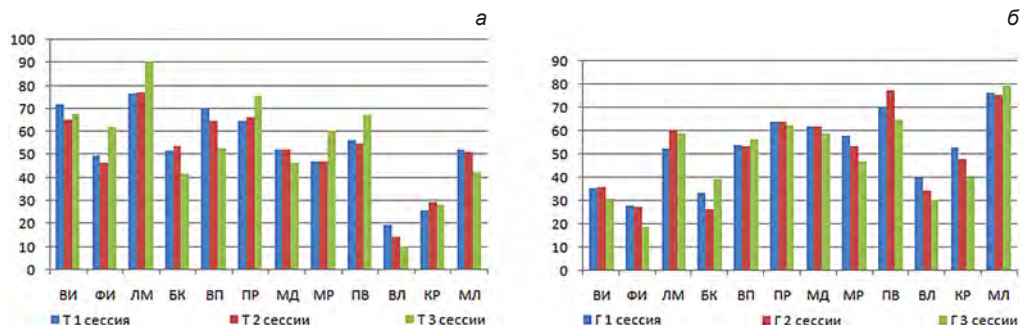


Рис. 6. Профили МИ «успешных» студентов по количеству «успешных» сессии: а — с техническим МИ; б — с гуманитарным МИ

А вот у студентов-отличников с «гуманитарным» МИ от сессии к сессии отмечается рост профилей «технических» МИ (ЛМ, БК, ВП) и снижение профилей «гуманитарных» МИ (МР, ПВ, ВЛ, КР). Чтобы оставаться успешным в техническом вузе студентам «гуманитариям» надо развивать именно «технические» профили МИ.

Применение нейронной сети

По результатам успеваемости за три сессии все студенты были разделены на 10 групп с учетом из успеваемости за три сессии и в каждой сессии отдельно.

В таблице 2 приведены расчеты коэффициентов корреляции Пирсона успеваемости студентов за три сессии и их отдельных профилей МИ.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции Пирсона

	ВИ	ФИ	ЛМ	БК	ВП	ПР	МД	МР	ПВ	ВЛ	КР	МЛ
Корреляция	-0,023	-0,073	0,005	-0,002	0,026	-0,109	0,007	-0,010	0,067	-0,033	-0,011	-0,029

Результат получился отрицательный, т. е. по отдельности каждый профиль МИ не определяет успешность в обучении студента. Данный факт в очередной раз подтверждает ранее выдвинутую гипотезу о том, что по степени выраженности одного из типов МИ нельзя делать заключение о наличии способностей к техническим или гуманитарным наукам.

Для обработки результатов с учетом всех профилей МИ была разработана обучаемая нейронная сеть с достаточно простой структурой: это сеть прямого распространения с одним скрытым слоем нейронов, во входном слое 14 нейронов, в скрытом слое 7 нейронов, в выходном слое 1 нейрон. В качестве входных параметров были использованы значения параметров профиля МИ человека. После обучения сеть разбраковала исходные данные с точностью 100%.

Коэффициент корреляции Пирсона между результатами 3-х сессий и расчетными показателями нейронной сети (рис. 7) составил всего минус 0,16, что говорит о достаточно слабой зависимости (почти полным ее отсутствием).

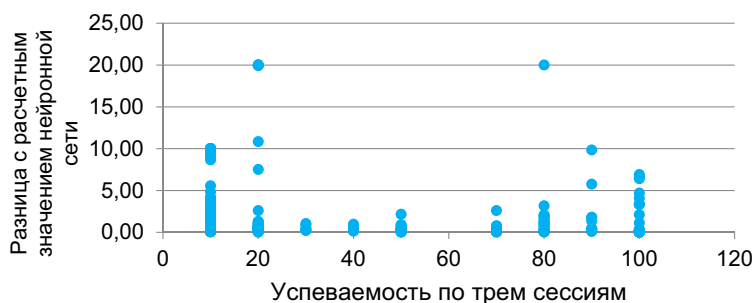


Рис. 7. Зависимость успеваемости от погрешности обучения нейронной сети

Больше всего разница с расчетным значением наблюдается у студентов, которые были отчислены — 9 человек (успеваемость на рисунке 10 баллов) и студентов, которые постоянно имеют задолженности — 5 человек (успеваемость на рисунке 20 баллов). Для этих студентов нейронная сеть выставляет итоговый результат 0, т. е. это точно «неуспевающие студенты».

Среди успевающих студентов большая разница всего у двух человек. У одной студентки в первой сессии были две «3», а остальные сессии без троек (успеваемость на рисунке 80 баллов), но сеть считает ее потенциально «круглой отличницей», выставляя 100 баллов. И у второго студента в одной из сессий была единичная «3», а остальные сессии без троек (успеваемость на рисунке 90 баллов), и сеть тоже оценила его потенциально «круглым отличником» выставляя 100 баллов.

При обработке данных 15 студентов, которые были отличниками на первой сессии, но затем снизили успеваемость, сеть только 4-х из них оценивает, как способных сдать единичную сессию без троек, а у остальных определяет средний балл ниже «4». Таким образом, можно сделать вывод, что обученная нейронная сеть достаточно адекватно анализирует успеваемость студентов, учитывая потенциал их способностей.

Обсуждение результатов и выводы

Итак, какие можно сделать выводы, проанализировав полученные данные:

1. Порог с уровнями МИ для «успешных» студентов из таблицы 1 выставлен правильно, все последующие исследования это подтверждают.

2. У успешных студентов, которые остаются успешными на протяжении нескольких сессий, должны быть показатели технических профилей МИ выше установленного предела. Студентам гуманитариям с высокими показателями гуманитарных профилей МИ значительно сложнее быть успешными в техническом вузе и особенно на старших курсах, где преобладает число технических дисциплин.

4. Обученная нейронная сеть достаточно адекватно анализирует успеваемость студентов, учитывая потенциал их способностей.

5. Проведенное тестирование с обработкой результатов с помощью нейронной сети показало перспективность оценки успешности студентов с помощью программы ВибраМИ.

6. Полученные результаты успеваемости за последние две сессии требуют «уточнений» с контролем успеваемости на следующих сессиях. Дистанционное обучение в 2020 году внесло ряд дополнительных «неопределенностей» в итоговые результаты сессии, т. к. невозможно достоверно установить насколько студент сам делал курсовые работы, насколько понятно излагает материал преподаватель и насколько понятен он обучаемому. Очная встреча на экзамене всегда более объективно отражает оценку, т. к. преподаватель может дополнительно оценить не только знания студента по выбранному билету, но и то как он мыслит, рассуждает, предлагает нестандартные пути решения поставленной задачи. При дистанционной сдаче экзамена или курсового проекта преподаватель в силу технических ограничений диалога может и не дойти до дополнительных вопросов, повышающих итоговую оценку. А перед студентом ставится задача не только правильно ответить на вопрос, но и ответить «языком», который примет преподаватель, и за ограниченное время, отведенное на ответ.

7. В будущих исследованиях необходимо значительное увеличение размера баз данных студентов и контрольной группы (успешные студенты) для переноса полученной точности на произвольную выборку испытуемых.

Литература:

1. Акимов, В. А., Мартынов, О. Е. и др. (2018) Прогнозирование успеваемости студентов по результатам тестирования множественного интеллекта с помощью технологии виброизображения и программ ВибраМИ, Тр. 1-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 28–29 июня 2018 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 62–69. <https://doi.org/110.25696/ELSYS.VC1.RU.8>
2. Акимов, В. А., Мартынов, О. Е. и др. (2019) Прогнозирование успеваемости студентов по результатам тестирования множественного интеллекта с помощью технологии виброизображения и программ ВибраМИ, Тр. 2-й международной научно-технической конференции:

- Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2019 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 128–134. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.RU.16>
3. Акимов, В. А., Мартынов, О. Е. и др. (2020) Прогнозирование успеваемости студентов по результатам тестирования множественного интеллекта с помощью технологии виброизображения и программ ВибраМИ (продолжение), Тр. 3-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2020 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 91–103. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.11.VC3.RU>
 4. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме. 108 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>
 5. 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>
 6. Минкин, В. А. (2020) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
 7. VibraMI10 (2018) Система психофизиологического профайлинга. Программное обеспечение, Руководство по эксплуатации, Версия: ВибраМИ10 [Электронный ресурс]. СПб.: МП «Элсис», 2016. URL: <http://psymaker.com/downloads/VibraMI10Ru.pdf> (дата обращения: 15.03.2021).

Влияние минорных тональностей на психофизиологические параметры человека

Я. Н. Николаенко, П. И. Сацердов

ООО «Многопрофильное предприятие «ЭЛСИС», Санкт-Петербург, Россия,
nikolaenko@elsys.ru

Аннотация: Данное прикладное исследование направлено на изучение музыкальных тональностей в аспекте их влияния на психофизиологическое состояние человека. Рассматриваются 12 минорных тональностей и их влияние на отдельные составляющие психофизиологического состояния человека, такие как: агрессия, тревога, стресс, опасность (поведение, представляющее опасность). Исследование музыкальных тональностей было проведено с использованием программного обеспечения VibraMI, на базе технологии виброизображения.

Ключевые слова: музыкальные тональности, минорные тональности, транспонирование тональностей, психофизиологическое состояние человека, агрессия, стресс, тревога, опасность, виброизображение, VibraMI.

Music Minor Tonality Influence to Human Psychophysiological State

Yana N. Nikolaenko, Pavel E. Satserdov

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

Abstract: The research aimed to study musical tonalities in the aspect of their influence on the psychophysiological state of a person. 12 minor keys and their influence on individual psychophysiological parameters of a person, such as: aggression, anxiety, stress, danger (suspicious), are considered. The study of musical tonalities was carried out using the VibraMI software, based on vibraimage technology.

Keywords: musical keys, minor keys, transposition of keys, psychophysiological state of a person, aggression, stress, anxiety, danger, vibraimage, VibraMI.

Введение

Музыкальные тональности — одно из основных средств музыкальной выразительности, ее образно-эмоционального строя. Выразительные возможности тональностей безграничны и широко проявляются во взаимодействии с другими средствами музыкальной выразительности. Так, например, современными исследователями анализируется зависимость семантики тональностей от ладовой структуры музыкального произведения (Бозина, 2007), изучается роль транспонирования тональностей и др. Семантика музыкальных тональностей — давний интерес многих известных композиторов, а также поэтов и деятелей искусств.

Нет ничего удивительного в том, что композитор, как никто другой, способен оценить роль тональностей, как средства музыкальной выразительности, наделяя свое произведение «характером» и полифонией эмоций. Например, таблица тональностей М. А. Шарпонье, французского композитора 17 века: C-dur — веселый и воинственный, H-dur — суровый и жалостный и др., (Бронфин, 1982). Из таблиц Шарпонье следует что тональности «обладают характером» или, если продолжить ассоциативный ряд, влияют на человека и его состояние определенным образом.

Отдельные виды тональностей стали ключевыми в творчестве великих композиторов, лейтмотивом пронзая десятки произведений. Например, тональность Ре минор, считается одной из любимых тональностей Рахманинова С. В. («Элегическое трио памяти Чайковского», Первая симфония, Первая соната «Фаустовская» и др.). Анализ содержания этих произведений подтверждает эмоционально-отрицательный статус ре-минор: «Во всех этих произведениях Ре минор служит для передачи разных оттенков скорби и драматических переживаний» — пишет Седова (Седова, 2014). Не менее отрицательно насыщенной считается Си минор. Л. В. Бетховен в письмах к Джорджу Томсону (письмо от 19.02.1813) пишет: «Си минор — черная тональность» (Фишман, 1977). Собственно, «Реквием», Ре минор, К. 626 В. А. Моцарта, как и соната № 2 (Си-бемоль минор), ор. 35 Ф. Шопена — наиболее известные музыкальные произведения, в которых красноречивее любых слов прослеживается влияние Си-бемоль минор и Ре минор на эмоциональное состояние человека. Можно привести бесконечное множество примеров из области истории музыки, культурологии и других наук, цитировать великих композиторов классики и современности — неизменным является связь тональностей с эмоциональным состоянием человека. Собственно, в психологии эта связь также исследуется. «Музыка может служить для выражения чувств, знаний о чувствах и их формах, она помогает передать их от исполнителя или создателя внимательному слушателю» — пишет Г. Гарднер (Гарднер, 2007).

С одной стороны, музыкальные тональности являются отражением эмоционального состояния человека, с другой стороны — ошутимо *влияют* на него. Данный факт породил множество исследований, в которых отдельные музыкальные направления или музыкальные произведения анализируются с позиции «аффекта ореола» или «панацеи». Меж тем совершенно очевидно, что для представителей разных этнических культур, конфессий — влияние одного и того же музыкального произведения может оказаться различным. Нет «хороших» и «плохих» музыкальных произведений и стилей — есть разные люди, с разными музыкальными предпочтениями и без них. Прослушивая то или иное музыкальное произведение, человек воспринимает его как законченный содержательный образ со значимой эмоциональной и смысловой нагрузкой. В то время как прослушивание небольшого музыкального фрагмента, ограниченного определенной тональностью, разрушает культурно-исторический образ произведения, к которому может наблюдаться предвзятое отношение со стороны слушателя. В то же время, небольшого музыкального фрагмента вполне достаточно, чтобы повлиять на эмоциональный статус человека, его психофизиологическое состояние (ПФС).

Таким образом, анализ музыкальных тональностей в структуре эмоционального и психофизиологического состояния (ПФС) человека есть область прикладных

исследований, а не теоретических. Соответственно, необходим инструмент регистрации изменения ПФС человека под воздействием той или иной музыкальной тональности. В нашем исследовании таким инструментом стало программное обеспечение (ПО) VibraMI на базе технологии виброизображения.

Целью данного исследования является анализ изменений в психофизиологическом состоянии человека в процессе прослушивания различных музыкальных тональностей. Предполагается выяснить, какие из музыкальных тональностей (комбинаций тональностей) способствуют формированию отрицательных эмоциональных состояний, таких как: агрессия, стресс, тревога и опасность (т.е. когда поведение человека начинает представлять опасность).

Организация и методы исследования

Влияние минорных тональностей на психофизиологическое состояние человека было исследовано при помощи ПО VibraMI на базе технологии виброизображения (Минкин, 2007; 2020). Виброизображение — это изображение, отражающее пространственно-временные параметры движения и вибрации объекта (Минкин, 2007). Технология виброизображения, применительно к человеку, анализирует двигательную активность (микровибрации) головы человека и преобразует параметры движения в характеристики психофизиологического состояния, меняющегося под воздействием различных стимулов. Такой подход значительно повышает качество обработки полученных экспериментальных данных, позволяет экспериментатору анализировать результаты тестирования, практически, без искажений (Минкин, 2020). Программа VibraMI использовалась со специальным опросником Mus_12_1.lsq, позволяющим формировать в виде стимула один музыкальный фрагмент и получать психофизиологическую реакцию испытуемого в процессе воздействия стимула в виде стандартного М файла, включающего основные психофизиологические параметры (Минкин, 2020). В качестве стимулов были использованы 12 минорных тональностей, расположенных в определенной последовательности (табл.1).

Музыкальный фрагмент, взятый за основу транспонирования тональностей — «Listen to your heart» (авторы: Пер Гессле, Матс Перссон, 1988) в исполнении музыкальной группы Roxette. При помощи ПО Guitar Pro 6 произведено транспонирование тональностей выбранного музыкального фрагмента. ПО Guitar Pro 6 (2010) — нотный редактор, предназначенный для создания, редактирования и прослушивания гитарных табулатур и нотных партитур.

Порядок предъявления пар тональностей: предъявление с разницей в 6 полутонов (максимально возможная разница). Таким образом, самая дальняя от 1 тональности — 7 (6 полутонов). Далее, максимальные отличия и от 1 и от 7 (то есть, от первой пары тональностей) — либо 4, либо 10 тональность. От 4 тональности отсчитываем 6 полутонов — получаем 10 тональность и т.д. Итого, тональности меняются по высоте в следующем порядке: 1, 7, 4, 10, 2, 8, 12, 6, 3, 9, 5, 11. Каждой тональности был присвоен порядковый номер: тональность 1(Am) — № 1; тональность 7(D#m) — № 2; тональность 4(Cm) — № 3 и т.д. (табл. 1). В таблице 1 приведен перечень минорных тональностей в той последовательности, в которой они предъявлялись для прослушивания.

Таблица 1

Перечень минорных тональностей и порядковый номер их предъявления

№	Тональность	№	Тональность
1	Am	7	G#m
2	D#m	8	Dm
3	Cm	9	Hm
4	F#m	10	Fm
5	A#m	11	C#m
6	Em	12	Gm

В исследовании приняли участие 2 человека, каждому из которых тональности представлялись в одинаковом порядке, описанном выше. Измерение параметров психофизиологического состояния тестируемого проводилось прямо во время звучания музыкального трека.

Первый тестируемый — мужчина, русский, 32 года. Высшее техническое и высшее экономическое образования, неоконченное среднее музыкальное образование. Опыт музыкальной деятельности — более 15 лет, владеет фортепиано, гитарой, бас-гитарой. Большой (более 100) опыт концертной деятельности в музыкальном коллективе, записано 5 полноформатных альбомов, концертный DVD, принимал участие сессионно (в том числе запись) во многих коллективах Санкт-Петербурга. Второй тестируемый — женщина, 39 лет, русская, кандидат психологических наук, профессиональный психолог-профайлер. Самостоятельно обучалась игре на пианино, нотной теории и нотной грамоте в течение 2 лет.

Продолжительность каждого транспонированного музыкального трека — 67 секунд. Музыкальный отрывок автоматически начинал звучать через 10 секунд после ручного запуска тестирования в ПО VibraMI. Параметры психофизиологического состояния тестируемого измерялись на протяжении всего звучания музыкального трека. Музыкальный отрывок, звучащий в каждой из тональностей, представлялся тестируемому 5 раз подряд (сначала 5 раз измерялись параметры психофизиологического состояния тестируемого во время звучания музыкального трека в тональности Am, затем — 5 раз в тональности D#m и т. д.). Таким образом, по каждой тональности произведено 10 замеров. Суммарно 120 замеров по всем 12 минорным тональностям. Статистическая обработка полученных данных производилась при помощи ПО VibraStat — программы статистической обработки и анализа виброизображения (<https://www.psymaker.com/ru/support/downloads/>).

Результаты исследования

Исторически сложилось, что музыку делили на «плохую» и «хорошую». Как правило, за этими понятиями стояли вполне конкретные поведенческие и эмоциональные параметры (а точнее — психофизиологические маркеры поведения) такие как: агрессия, стресс, тревожность и как следствие — опасность, которую представляет собой их носитель. Может ли прослушивание той или иной музыкальной композиции повлиять на поведение человека? Рассмотрим полученные результаты.

Из полученных результатов следует, что наибольший всплеск Агрессии (E1) наблюдается при прослушивании тональности Hm (Си минор — 41,38%) и D#m (Ре диэз минор — 39,35%) (рис. 1). Именно эти 2 тональности способствуют формированию агрессии как психофизиологической реакции на прослушанный музыкальный фрагмент. Максимум агрессии при D# может объясняться тем, что переход на D# идет с Am — это интервал 6 полутонов — тритон (музыкальный интервал в три целых тона). В данном случае, тритон от Am до D# — есть увеличенная кварта или уменьшенная квинта, т. е. сильный диссонирующий интервал, который априори не может вызвать положительные эмоции. В данном случае, звучание D# после Am — крайне специфическое, агрессивное, в средние века данный интервал считался дьявольским и был даже запрещен (по неподтвержденным данным) католической церковью.

В наши дни нет никаких «запретов» на комбинации тональностей. И ярким тому примером служит музыкальное творчество немецкой индастриал-метал группы Rammstein. Их популярный сингл «Ich Will», написанный полностью в Ре минорной (Dm) тональности. Эффект от Dm был усилен видео клипом (с идентичным названием), содержащим множественные сцены насилия. Однако «Ich Will» — это один из наиболее популярных синглов данной музыкальной группы.

Hm (Си минор) — та самая «черная тональность» по Л. В. Бетховену и вовсе является пусковым механизмом, активатором D#. Таким образом мы говорим о взаимном усилении этих двух тональностей (Hm и D#) в аспекте становления агрессии.

Стресс провоцирует прослушивание тональности Fm (Фа минор — 38,4%), (рис. 1). Шубарт пишет о Фа диэз минор (F#m): «Мрачный тон: он тянет за собой страсть, как собака кусает платье. Его язык — обида и недовольство» (Стеблин, 2021).

На каком этапе стресс, агрессия и тревога начинают представлять опасность в поведении человека? Рассмотрим полученные данные (рис. 2).

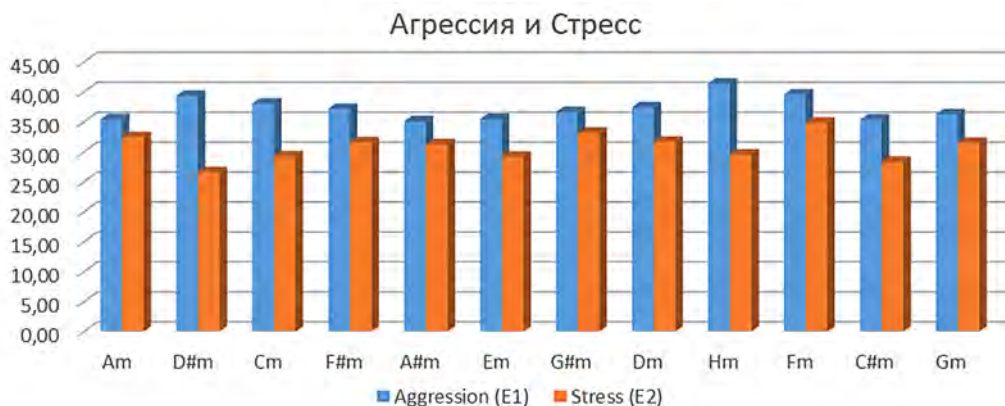


Рис. 1. Психофизиологический профиль тональностей: агрессия и стресс

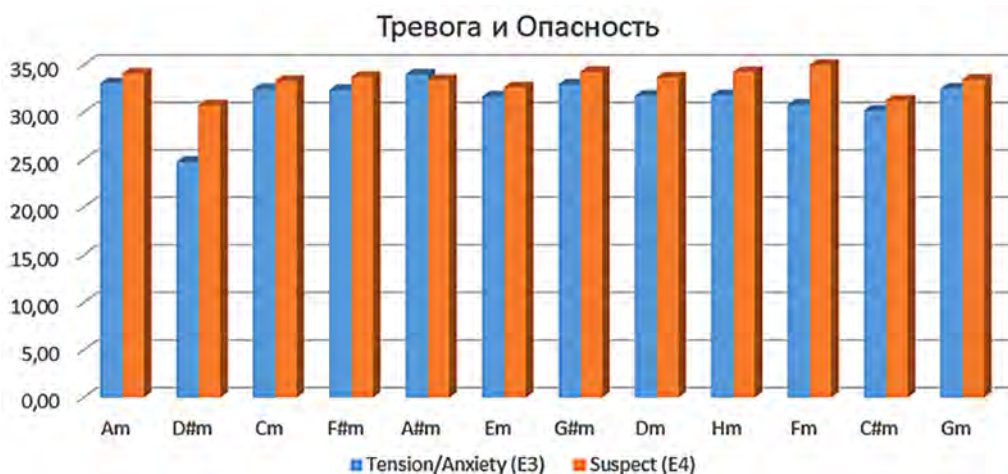


Рис. 2. Психофизиологический профиль тональностей: тревога и опасность

Наиболее высокие значения по шкале Тревога (E3) были получены в отношении тональностей Fm (Фа минор — 34,91%) и Hm (Си минор — 34,21%) — классический тритон (такой же диссонирующий интервал, как и при D#–Am. Данный тритон (Fm — Hm) усиливает чувство тревоги, безысходности.

Вероятно, сочетание «черной тональности» Hm (по Шопену) с «обидой и недовольством» Fm (по Шубарту) основаны на тревоге высокой интенсивности (рис. 2).

Анализ показателя Опасность (E4) указывает комбинацию тональностей Fm (Фа минор — 34,94%), Hm (Си минор — 34,21%) и G#m (Соль диэз минор — 34,24%). Стоит отметить, что влияние Fm — ведущее в становлении Стресса (E2, рис. 1) и Тревоги (E3, рис. 2), а Hm — и вовсе, одна из самых мрачных тональностей. Влияние Hm — ведущее в формировании Агрессии (E1), Тревоги (E3) и как следствие — опасного поведения (E4, рис. 1, 2).

Заключение

Проведенное исследование подтвердило связь отдельных музыкальных тональностей с параметрами психофизиологического состояния человека. Исследовались такие параметры психофизиологического состояния как агрессия, стресс, тревога и опасность (т. е. когда поведение человека начинает представлять опасность). Наиболее значимыми тональностями (а также их комбинациями) в формировании отрицательного психофизиологического состояния человека оказались Hm (Си минор), D#m (Ре диэз минор) и Fm (Фа минор).

Данное исследование не направлено на критику музыкальных стилей и отдельных музыкальных произведений, т. к. ограничено анализом отдельных музыкальных тональностей. То, в каком объеме данные тональности присутствуют в том или ином музыкальном произведении, есть ответ на вопрос, какое влияние может оказывать

то или иное музыкальное произведение на психофизиологическое состояние человека. Было выявлено, что сочетание Hm (си минор) и D#m (Ре диэз минор) — способствует усилению агрессии, как ПФС. Как оказалось, Hm (Си минор) — центральная тональность, формирующая различные комбинации тональностей, способствующих усилению агрессии, тревоги, опасности. Таким образом, появилась возможность аргументировать ответы на такие вопросы как:

— Всегда ли прослушивание музыкального произведения в тональности D#m способствует повышению агрессивности?

— Да, такое возможно.

— Можно ли рассматривать поведение человека как потенциально опасное при прослушивании музыкального произведения в тональности D#m?

— Нет, не обязательно.

Потенциальную опасность представляет поведение человека при прослушивании музыкальных произведений в тональности Fm (Фа минор — 34,94%) или Hm (Си минор — 34,21%). Таким образом, усиление агрессии (вопреки расхожему мнению) совсем не обязательно приводит к агрессивному, т.е. опасному поведению. Группа риска опасного поведения — это результат сложноподчиненного комплекса тональностей.

Полученные результаты открывают широкие возможности для практических исследований музыкальных тональностей, анализу музыкальных тональностей с позиции их влияния на психофизиологическое состояние человека.

Данное исследование будет продолжено. Планируется расширить исследование музыкальных тональностей в аспекте других параметров психофизиологического состояния человека. Также планируется исследовать частоту звучания (в герцах) каждой из тональностей на психофизиологическое состояние человека.

Литература:

1. Бозина, О. А. (2007) Семантика тональностей в творчестве М. А. Римского-Корсакова, Проблемы музыкальной науки, 2007, № 1, С. 67–77.
2. Бронфин, Е. Ф., Шарпантье, Марк Антуан (1982) Музыкальная Энциклопедия. Т. 6. Москва, С. 292–293.
3. Гарднер, Г. (2007) Структура разума: теория множественного интеллекта: Пер. с англ. М.: ООО «И. Д. Вильямс». 512 с.
4. Седова, Т. А. (2014) Образно-смысловая роль тональных опор в «Скупом рыцаре» С. Рахманинова, Вестник Северного (Арктического) федерального университета, Серия: Гуманитарные и социальные науки, 2014, С. 128–132.
5. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме. 108 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>
6. Минкин, В. А. (2020) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
7. Фишман, Н. Л. (1977) Письма Бетховена за 1812–1816 годы. Письма Бетховена 1812–1816. М., С. 13.
8. Шубарт, К. (1806) Идеи к музыкальной эстетике, текст взят из «Ideen zu einer Aesthetik der Tonkunst» Кристиана Шубарта (1806 г.), Перевод Риты Стеблин, Истории основных характеристик 18-го и начала 19-го веков. UMI Research Press (1983). <http://www.rollingball.com/A01c.htm> (дата обращения: 05.04.2021).

Вибротехнология. Перспективы психодиагностики

А. А. Авдейчик², А. Ф. Бобров¹, В. И. Седин¹

¹ ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России,

² ГНЦ ИМБП РАН
visedin@mail.ru

Аннотация: Широкие возможности технологии виброизображения, разработанной специалистами предприятия Элсис (Санкт-Петербург, Россия) при изучении равновесных и динамических состояний человека, в частности, при обеспечении личной безопасности, детекции лжи, контроля эмоций, определения совместимости людей, выявления потенциально опасных людей в толпе, подбор персонала и др. предполагает необходимость проведения исследований в ее применимости в области психодиагностики. Накопленный к этому времени опыт применения этой технологии показывает возможность создания целого ряда психодиагностических методик, лишенных известных недостатков: мотивационных искажений, влияния функционального состояния испытуемых на результаты тестирования, а также «специальной подготовки» кандидатов при прохождении мероприятий профессионального психологического отбора. Предлагаются научные принципы, которые, по мнению авторов, уместно учитывать при разработке такого рода психодиагностических методик.

Ключевые слова: виброизображение, принципы, психофизиология, психодиагностика, тестирование, опросники, достоверность, валидность.

Vibratechnology. Prospects of Psychodiagnostics

Anastasia A. Avdeychik², Alexander F. Bobrov¹, Viktor I. Sedin¹

¹ FGBU SSC FMBC named after A.I. Burnazyan FMBA of Russia,

² GNC IMBP RAS
visedin@mail.ru

Abstract: Wide possibilities of vibraimage technology developed by specialists of Elsys Corp (St. Petersburg, Russia) in the study of equilibrium and dynamic states of a person, in ensuring personal safety, lie detection, emotion control, compatibility of people, identifying potentially dangerous people and personnel selection needs research its applicability in the field of psychodiagnostics. The experience gained by this time in the application of this technology shows the possibility of creating a number of psychodiagnostic techniques devoid of known shortcomings — motivational distortions, the influence of the functional state of the subjects on the test results, as well as “special training” of candidates in the course of professional psychological selection. The authors propose scientific principles that should be taken into account by developing such psychodiagnostic methods.

Keywords: vibraimage, psychophysiology, psychodiagnostics, testing, questionnaires, reliability, validity.

Введение

Решение проблем, связанных с необходимостью получения объективных данных о личности по результатам психологического тестирования в условиях кризиса традиционной психодиагностики, является актуальным направлением исследований психологов, перед которыми стоят задачи, например экспертизы, профессионального психологического отбора, аттестации персонала и др. Это подтверждают работы ряда отечественных специалистов, работающих в области психодиагностики (Батурин Н. А., Бурлачук Л. Ф., Доценко Е. Л., Малых С. Б., Маничев С. А., Носс И. Н., Орел В. Е., Шмелев А. Г., Ушаков Д. В. и др.). Подтверждая факт «кризиса», Шмелев А.Г. приводит пример публикации в популярном журнале «ключей» даже к проективным методикам, таким как «Рисунок несуществующего животного», что, по его мнению, привело к потере ее диагностической ценности (Шмелев, 2004).

Кроме этого необходимо помнить и о наличии доступных для читателей книг, в которых излагаются инструкции соискателям должности как обойти тесты профессионального отбора, а также о психологах, профессионально проводящих подготовку кандидатов к прохождению психологического тестирования, например, при поступлении в военные учебные заведения, на работу, прохождения экспертизы (Колочкин, Марунич, Минкин, Седин, 2014).

В связи с этим в последнее время особую популярность приобрели аппаратно-программные комплексы (АПК), реализующие традиционные методики, обеспечивающие получение дополнительной информации, представляющие стимульный материал на неосознаваемом уровне или иным образом.

Проведенный сравнительный анализ различных методик (Бобров и др., 2017; Бобров и др, 2020; Минкин, 2019а; Минкин, 2020а) показал, что с позиций методологических требований эффективности, информативности, практичности, оперативности, отсутствия негативного отношения тестируемых к аппаратно-программным комплексам оценки функционального состояния для экспресс-диагностики психофизиологического состояния (ПФС) целесообразно использовать технологию оценки параметров виброизображения рефлекторных микродвижений головы человека (Минкин, 2007; Щелканова, 2019).

Технология виброизображения (VibraImage) позволяет улавливать мельчайшие микродвижения человека и после анализа данных получать конечный результат об оценках изучаемых параметров, удобный для восприятия человеком (например, уровень агрессии — 30%, уровень стресса — 40%). Виброизображение преобразует информацию от вестибулярной системы. Вестибулярная система обеспечивает механический баланс человека и функционально связана со всеми физиологическими системами человека (Minkin&Nikolaenko, 2008; Минкин, Николаенко, 2020).

Технология виброизображения может применяться во многих областях человеческой деятельности. В качестве примера, можно привести основные направления применения этой технологии: обеспечение личной безопасности, детекция лжи, контроль эмоций, определение совместимости людей, выявление потенциально опасных людей в толпе, подбор персонала, в спорте и др. (Минкин, 2020а).

Технология виброизображения. Принципы и перспективы психодиагностики

Особую роль технология виброизображения может играть при необходимости получения психодиагностической информации в целях выявления психологических, психофизиологических и физиологических особенностей личности, знания о которых могут быть использованы в практике психологического обеспечения профессиональной деятельности работников опасных производств, в педагогике, медицине, спорте и т. д.

Единственное требование к разработке методик психодиагностики с использованием технологии виброизображения – это необходимость учета традиционных и дополнительных принципов. К традиционным необходимо отнести следующие: принцип соблюдения тайны (конфиденциальности); принцип научной обоснованности; принцип не нанесения ущерба; принцип объективности выводов и др.

К дополнительным принципам, как мы полагаем, необходимо отнести принципы, которые обеспечат научную обоснованность психодиагностических методик, разрабатываемых с использованием технологии виброизображения. К ним относятся: принцип достоверности, принцип необходимости и достаточности стимульного материала, принцип использования обратной связи, принцип многовариантности, принцип формализации результатов тестирования и принцип юридической чистоты.

Принцип достоверности предполагает получение данных о психологических особенностях личности на основании диагностически значимых изменений параметров, характеризующих психофизиологические изменения под влиянием стимульного материала методики (Минкин, 2019б) и использование адекватных математических моделей их комплексирования. В настоящее время такая работа успешно проводится усилиями автора технологии виброизображения (Минкин, 2020б) и его коллегами, которая, несомненно, подтверждает значимость этого принципа в продвижении в практику психодиагностических методик.

Учет принципа необходимости и достаточности стимульного материала при конструировании психодиагностической методики обуславливается подтвержденной возможностью технологии виброизображения оперативно (безынерционно) выявлять мотивационные искажения при ответах испытуемых на диагностические вопросы (пункты). Это позволяет отказаться от введения дополнительных шкал методик, которые должны подтверждать достоверность ответов испытуемых. Этот «отказ» ни в коем случае не должен снижать достоверность результатов тестирования, так как предполагается оценивать результат тестирования не только по вербальным ответам, а и с учетом психофизиологических предикторов мотивационного искажения ответа испытуемого. Под термином «мотивационное искажение» мы понимаем неискренность ответа на диагностические стимулы методики (видео, вопросы, пункты, изображения и др.), которое, прежде всего, зависит от воображаемого (реального или мнимого) испытуемым последствия для него результатов тестирования. Как следствие, при использовании технологии виброизображения, нет необходимости использовать большое количество

стимульного материала, например вопросов. Их количество должно обеспечивать возможность шкалирования при интерпретации результатов тестирования. В случае конструирования многошкальной методики (например, таких как 16-ФЛО, СМЛ) количество стимулов должно быть равным в шкалах, что позволит избежать необходимость проведения известных психодиагностам преобразований.

Принцип использования биологической обратной связи (БОС) обусловлен возможностью безынерционно, в момент тестирования получать информацию об изменениях психофизиологического состояния тестируемого при осознании значимости для него стимульного материала. Обратная связь может быть реализована с помощью визуальной, слуховой и тактильной информации. Использование данного принципа в психодиагностике может давать возможность проведения психологической подготовки и коррекции поведения в процессе тестирования, принцип переноса упражнения – «психотренировка» по С. Г. Геллерштейну (Геллерштейн, 1983).

Принцип многовариантности оценки результатов тестирования. Данный принцип раскрывает возможность получения за одно тестирование данных, оценивающих как психологические особенности личности, так и особенности психофизиологического состояния и физиологической цены деятельности испытуемого. Интерпретация таких данных, как нам кажется, позволит более надежно реализовывать диагностические выводы о перспективах обучения и профессиональной деятельности, прошедших психологическое обследование. Более того, такая возможность позволяет разрабатывать методики, которые могут оценивать не только отдельные психологические качества (что на наш взгляд не перспективно), а интегральные характеристики, например, наличие профессиональных компетенций. Такой вывод вытекает из потребностей практики в использовании результатов психодиагностики. Как правило, работодатель (в случае профессионального отбора) или лицо, принимающее решение по результатам аттестации сотрудников, не «жалуют» интерпретации результатов тестирования, построенных на оценке различных качеств, в том числе и профессионально важных (Седин, 2003). Опыт показывает, что использование слова «однако» после части текста аттестационной психологической характеристики сводит на «нет» ее информационную и прогностическую ценность. Эти факты из профессиональной деятельности психодиагноста предполагают необходимость использования при разработке методик принципа формализации интерпретационных выводов.

Принцип формализации выводов требует и использования специальных оценочных шкал, которые позволяют ранжировать испытуемых по их принадлежности к более или менее соответствующим и необходимым для деятельности профессиональным компетенциям. В свое время, нами была предложена шкала оценок, имеющая пять уровней (не баллов!) и соотношенная с возможной частотой их наличия при нормальном распределении изучаемой компетенции. Из этого следует, что средние оценки могут иметь около 68% испытуемых, оценки «ниже средней» и «выше средней» – приблизительно по 14%, «низкие» и «высокие» оценки (за пределами двух стандартных отклонений) – 2–3%. Опыт использования таких оценок при представлении аттестационных психологических характеристик

показал высокую результативность и понимание результатов психологической оценки (интерпретации) кадровыми специалистами.

Отдельно необходимо отметить возможности вибротехнологии при разработке проективных методик психодиагностики, основанных на психологической интерпретации результатов проекции неосознанных или не полностью осознанных мотивов поведения (Николаенко, 2020).

Проективные методики предназначены для диагностики особенностей поведения личности как более глобальный подход к оценке личности, а не выявление отдельных ее черт. В проективных методиках используются неопределенные стимулы, которые испытуемый сам дополняет, интерпретирует и, тем самым, позволяет делать выводы о вероятности своего поведения в определенных условиях. Результаты использования различных стимулов в методиках, основанных на технологии виброизображения, представляют возможность исследователю получать информацию и о неосознаваемых реакциях человека (Минкин, 2007; 2020), при этом, не скрывая стимулы от их осмысления испытуемыми. Данный вывод позволяет говорить о принципе юридической чистоты психологического обследования.

Заключение

Имеющийся у авторов опыт использования различных психодиагностических методик для принятия ответственных кадровых решений позволяет сделать вывод о необходимости серьезного пересмотра возможностей традиционной психодиагностики. Появление технологии виброизображения и ее совершенствование предоставляет психологам возможность получения данных о личности, лишенных мотивационных искажений. Конечно, предстоит большая и кропотливая работа по решению некоторых вопросов (надежности, валидности), касающихся психологической интерпретации результатов оценки параметров виброизображения. Проводимая работа и ее результаты, опубликованные в трудах конференций под общим названием «Современная психофизиология. Технология виброизображения» позволяет надеяться на достижение успехов в этой области познания, которая может быть определена как «вибропсихология».

Литература:

1. Бобров, А. Ф. и др. (2017) Бесконтактная диагностика психофизиологического состояния лиц, работающих в условиях воздействия ионизирующего излучения (обзор литературы), Медицина труда и промышленная экология, 2017, № 4, С. 23–27.
2. Бобров, А. Ф. и др. (2020) Современные методы медицинской психофизиологии: технология виброизображения и искусственные нейронные сети., 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.04.VC3.RU>
3. Геллерштейн, С. Г. (1983) Проблема упражнения интеллектуальных функций, История советской психологии труда. Тексты (20–30-е годы XX века), Под редакцией В. П. Зинченко, В. М. Мунипова, О. Г. Носковой. М.: Издательство Московского университета, С. 156–157. URL: <http://psychlib.ru/inc/absid.php?absid=16204>

4. Колочкин, С. Н., Марунич, О. Ю., Минкин, В. А., Седин В. И. (2014) Психофизиологическая объективизация результатов психологического тестирования. Проблемы и пути их решения. Фундаментальные исследования, № 9–10, С. 2317–2321.
5. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме. 108 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>
6. Минкин, В. А. (2019a) Психология vs биометрии и сознание vs бессознательного. Являются ли сознание и бессознательное аддитивными параметрами? Труды 2-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2019 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 113–120.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.RU.14>
7. 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>
8. Минкин, В. А. (2020a) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
9. Минкин, В. А. (2020b) 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>
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. 111–120. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.13.VC3.RU>
11. 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. 104–110. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.12.VC3.RU>
12. Седин В. И. (2003) Психологическая объективизация аттестационных характеристик и уровня должностного соответствия офицеров командного профиля деятельности. СПб.: Тип. ВМИИ, 80 с.
13. Шмелев, А. Г. (2004) Тест как оружие. Психология. Журнал высшей школы экономики, Т. 1, № 2, С. 40–53.
14. Щелканова, Е. С. (2019) Бесконтактная экспресс-диагностика психофизиологического состояния работников опасных производств, автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 20 с.
15. 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>

Three Generations of Vibraimage Systems. Developer Review

Viktor A. Minkin

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

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

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

Introduction

According to the established tradition, the first report at the conference is an overview of the general trends in vibraimage technology that have occurred over the past year (Minkin, 2018; 2019a; 2020b). In this paper, I will focus on the classification of vibraimage systems by the measurement method. It is known that all measurement methods are divided into direct and indirect (Novitsky, 1975; OIML V 2–200, 2007). In direct measurement methods, all information transmitting in one forward direction. In vibraimage systems analyzing the psychophysiological state (PPS) of a person, the movements of a subject head are converting using the number of measurement functions. Outside light transforms into a reflected light gradient, light-charge transformation is going on a photodetector matrix, charge transforms into an output analog signal, digitization of the output signal in going on a television camera, digital signal processes by a computer program into the parameters of psychophysiological state, for example, aggression or stress level.

Direct measurement methods are traditionally used in various psychophysiological studies. Usually the primary source of information is physiological signals, for example, EEG (Reuderink et al., 2013), facial expressions (Giannakakis et al., 2017), speech tonality, eye activity, temperature body, electromyogram (EMG), respiration rate, galvanic skin response, heart rate (HR), electrocardiogram (ECG), heart rate variability (HRV), blood pressure, photoplethysmogram (Giannakakis et al., 2019; Tao & Tan ed., 2009).

The method of balanced measurement (or indirect measuring function with feedback) in psychophysiology and psychology is usually associated with the presentation of visual,

textual or audio stimuli that set a certain psychophysiological state or mood to a subject. The IAPS system provides the widest choice of visual stimuli, which includes about 1200 different images (Zhou et al., 2011), with known statistics of the effect to PPS. The other way of measurement stimulus effect on the PPS assessed by the dynamics of changes in various psychophysiological signals, such as GSR, EMG, EEG, and respiratory rate.

Adaptive methods of psychophysiological research (with stimuli adaptation to a subject) are widely represented in psychophysiological lie detection (Baur, 2006). The personality of a subject is especially important, and the stimuli of the basic testing are matched based on pre-testing, when the most significant questions are determined for a subject (Minkin & Nikolaenko, 2020).

The purpose of this review is to analyze the advantages and disadvantages of various vibraimage systems as measurement psychophysiological instruments, as well as to determine the optimal applications for each generation of vibraimage systems.

Vibraimage systems of the first generation. Direct measuring instruments

The first developed vibraimage systems were direct transformation, its structural diagram shown in Figure 1.

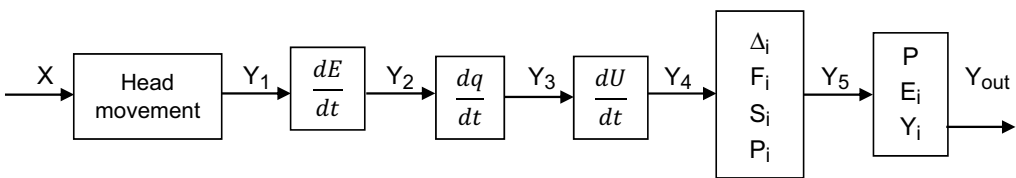


Fig. 1. Block diagram of vibraimage system for direct measurements.

X — PPS characteristics, *Y*₁ — change in the light flux depending on the contrast of the object and its motor activity, *Y*₂ — spatial transformation of the light flux using the optics of a television camera, *Y*₃ — charge conversion in the photodetector, *Y*₄ — analog-digital signal-to-digital conversion, *Y*₅ — primary parameters of vibraimage; *Y*_{out} — PPS characteristics measurement result

The physical measured quantity in vibraimage system is spatial-temporal movement of a head, which indicates the change in the reflected light flux arriving at each element of a matrix photodetector. Photodetector converts the light into electrical charge, and then into voltage, which is converted into a digital video image in a television camera. A computer program converts a digital image into two streams of analog and frequency vibraimage (Minkin & Shtam, 2000), then these streams are converted into primary parameters of vibraimage reflecting the amplitude, frequency, symmetry and mathematical parameters of head movement (Minkin, 2017; 2020). The resulting sensitivity of channels, in which the direct measurement method is used, is determined by the sensitivities of all its transformations. The resulting error is equally determined by the errors of all transformations (Novitsky, 1975). It should not be considered that vibraimage systems of the first generation or direct measurements are worse than vibraimage systems of the second or third generation, they are designed to solve various aims. The main task of the first generation of vibraimage

systems MED, PRO, HealthTest, VibraHT (Minkin, 2019a; Minkin et al., 2020) is to measure person's psychophysiological parameters for task free state, without external stimuli influence. Although, in some cases, is better to use neutral (irrelevant) stimuli to minimize the scatter of the PPS, since it has been proven that the absence of external stimuli leads to the maximum scatter of the PPS parameters in a random sample of subjects (Minkin, 2020a). Therefore, in the latest modification of the HealthTest and VibraHT programs, the Relax mode was developed with the display of nature pictures, doing possible to reduce the PPS dispersion for relatively long three-minute tests (Minkin et al., 2020).

The main application of the first generation of vibraimage systems were and remain security systems, when it is necessary to determine the current PPS of a subject within a short time (5–20 seconds), for example, at an airport to quickly identify aggressive, suspicious and potentially dangerous passengers (Minkin & Tseluiko, 2014).

Another relevant application of the first generation vibraimage systems is medical and psychophysiological diagnostics for the detection of various diseases, for example, COVID-19 (Blank M. A. et al., 2012; Minkin et al., 2020) or pre-shift psychophysiological control (Bobrov et al., 2020). It should be noted that if to identify bright emotional states is enough to have PPS measurement duration of several (5–20) seconds, then for medical and psychophysiological diagnostics, a longer measurement time is required, amounting to 60–180 seconds. This is need to measurement time exceeds the brain activity period (BAP), which can be more than 60 seconds (Minkin & Blank, 2019), and capturing only a part of this period significantly reduces the accuracy of determining the mean values and variability of the PPS parameters (Minkin, 2019b).

The second generation of vibraimage systems. Measurements with feedback

In some cases, information about task free psychophysiological state turns out to be insufficient. For example, to obtain data on a person's intentions, or to reveal hidden information, is necessary to present external stimuli. In this case, the response of PPS changes under the influence of external stimuli is fixed, i. e. realized feedback between stimulus presentation and PPS changes. The block diagram of vibraimage system with feedback shown in Figure 2.

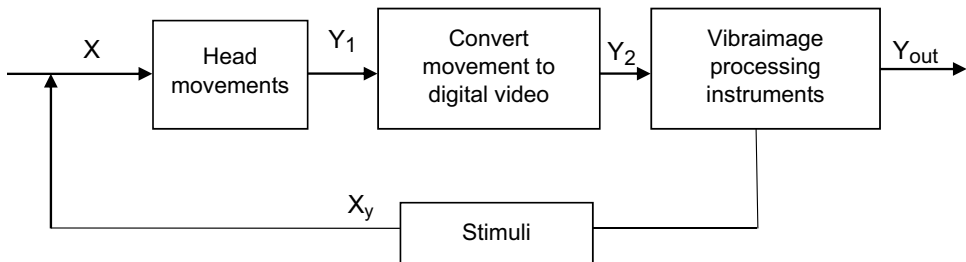


Fig. 2. Block diagram of vibraimage system with feedback by stimuli presentation. Line of direct conversion of measured quantities is similar to Figure 1 and shown as integral conversion blocks

Feedback is any signal transmission in the opposite direction, i.e. from exit to entrance (Novoseltsev, 1978). The visual and textual stimuli presented to a subject have influence and change the PPS parameters. The measured quantity in vibraimage system with controlled stimuli is not the PPS parameters themselves, but their changes when the stimuli are presented to a person. Such subtraction of parameters allows one to reduce the influence of primary PPS on the measured value (which can be different for many reasons) and to analyze only the necessary information, although, of course, it is not always possible to completely eliminate the influence of the primary PPS on the test results. Vibraimage programs of the second generation (VibraMI, PsyAccent, VibraLie) use visual, textual and audio stimuli to change the subject's state (Minkin & Nikolaenko, 2017). They are based on the approaches of stimuli presentation developed in classic psychophysiology, including high time interval between stimuli at least 15 seconds with a stimulus duration about 5 seconds (Minkin & Myasnikova & Nikolaenko, 2019). It was assumed that during the time after the stimulus presentation, the psychophysiological state of a subject returns to approximately the same position in which it was before the presentation of the previous stimulus. Most of the second generation of vibraimage programs were designed to be used in fairly comfortable conditions of personal psychological testing, for example, determining the abilities and multiple intelligences (MI) profile of a child or student, or conducting interviews when applying for a job. The average testing time was approximately 7 minutes and included 24 stimulus questions.

Of course, this is a significantly shorter testing time than traditional psychological surveys MMPI (Drayton, 2009), which includes more than 500 questions and last about 2 hours for one test, which makes vibraimage technology quite attractive for mass testing. Most psychophysiological testing with stimulus presentation is complex enough to perform, which limits the test results to a maximum of hundreds of subjects (Giannakakis et al., 2019) in one study or application. Studies involving hundreds and thousands of subjects using a single method were possible only by conducting psychological surveys without using physiological data (Schmalbach et al., 2020). However, the easy of vibraimage technology allows researching of more than 10 thousand subjects with measurements of dozens psychophysiological parameters (Minkin, 2020a) for every subject.

The third generation of vibraimage systems. Adaptive measurement tools

Now, I do not know any analogs of automatic adaptive psychophysiological systems of the third generation, except for vibraimage systems. A non-automatic analogue of adaptive systems is pretesting and basic testing for lie detection, carried out by a polygraph examiner for each individual case (Minkin & Nikolaenko, 2020).

Only vibraimage technology, due to its properties (contactless, friendly to use, processing a huge amount of information received at 30 Mb/s in real time), can quickly divide a personality into independent characteristics at the pretesting stage, determine and present the significant stimuli that are individual for each person on basic testing. Therefore, vibraimage system is adaptive to a subject and carry out a comprehensive processing of each component and personality as a whole. The structural diagram of the adaptive vibraimage system shown in Figure 3.

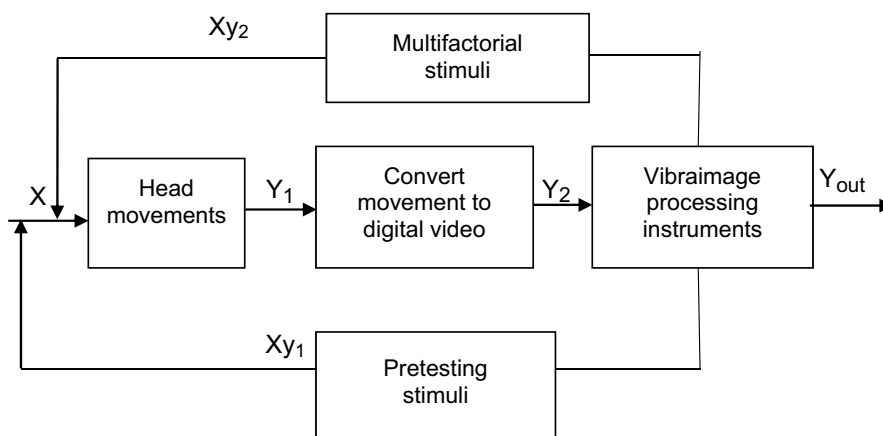


Fig. 3. Block diagram of adaptive vibraimage system

At the first time, the adaptive vibraimage system (VibraNLP) was presented at last year conference on vibraimage technology (Minkin & Nikolaenko, 2020). Current conference presents several studies of VibraNLP program (Minkin, 2021a; 2021b; Minkin & Blank, 2021). The adaptability of VibraNLP program lies in the fact that at the pretesting stage (12 questions-stimuli) the profile of a subject's multiple intelligences is determined and the most developed MI are identified or personality is divided into other characteristics. The questions and stimuli presented to a subject on the basic testing stage depend on the pretesting results. The most developed MI types are receiving the most significant stimuli related to the research factor. This makes possible to use insignificant stimuli as relatively neutral and increase the testing accuracy while reducing its duration due to the priority analysis of significant personality characteristics. The feedback of multifactorial stimuli after pretesting stimuli on Figure 3 shows process of multifactor stimuli individualization after processing of responses to pretesting stimuli.

Previous generations of vibraimage systems used classic psychophysiological rules (Cacioppo et al., 2007), however adaptive vibraimage system establishes its own rules and norms. The results presented on this conference (Minkin, 2021a; 2021b; Minkin & Blank, 2021) show adaptive systems achieve the same or higher detection accuracy during shorter testing time relative to classical psychophysiological systems.

It was proved before that after presentation of significant stimuli, the subject's PPS does not return to its previous position (Minkin & Myasnikova, 2018; Minkin & Myasnikova & Nikolaenko, 2019). Moreover, long pauses between questions allow a subject to better control his unconscious responses, and minimizing the time between stimulus questions allows to get more accurate unconscious response to the presented stimulus (Minkin, 2021a; 2021b; Minkin&Blank, 2021). This is also facilitated by the imposed rhythm of stimulus presentation, which period can be minimized to 5 seconds per stimulus. Moreover, the number of stimulus can be halved by combining opposite stimuli in one question, (if necessary) then the total number of questions will be 12–24, and the total testing time will be only 60–120 seconds like in different questionnaires of VibraNLP program (Minkin, 2021a; 2021b; Minkin & Blank, 2021). Such short testing time opens

up fundamentally new opportunities for using adaptive vibraimage systems in the field of security, including arriving at airports. Vibraimage systems of the first generation cope with the identification of potentially dangerous people during departure, which is quite understandable, since psychophysiological direct measurement systems determine the current psychophysiological state. If a passenger intends to commit a terrorist act or unlawful actions in flight, then his psychophysiological state before departure must differ from the PPS of ordinary passengers. However, if a passenger is not going to commit illegal actions during the flight, while he has the intention to commit illegal actions after arrival, then it becomes meaningless to control his current PPS before departure, since it will not differ from the PPS of ordinary passengers. It is also pointless to monitor the current PPS of potential terrorists after the flight; in order to identify potential violators, it is necessary to monitor their intentions, and not the current PPS.

Vibraimage systems of the second generation are capable of detecting the intentions of the subjects, but the achieved testing duration of about 7 minutes does not allow controlling 100% of passenger traffic at modern airports. The creation of automatic kiosks to control the hostile intents of arriving people (Nunamaker, 2011) becomes possible when the testing time is reduced to 1 minute, which is achievable with adaptive vibraimage systems of the third generation (Minkin, 2021a; 2021b; Minkin & Blank, 2021).

Discussion

The physical approach to a person as an object of psychophysiological research, laid down by Sechenov (Sechenov, 1952), Darwin (Darwin, 1872) and James (James, 1890) back in the 19th century, is also fundamental in the 21st century. In 2020, the Nobel Prize in Physics was awarded to Roger Penrose for his research on black holes in the field of astronomy, although, in my opinion, his research in the field of psychophysiology and consciousness (Penrose, 1994) deserves an equal award. The standard research approach in modern physics is the decomposition (dividing) of a general phenomenon into independent constituent components, for example, molecules into atoms, atoms into elementary particles, the white spectrum into color components. The study of each component of the spectrum separately allows better understanding and representing the properties of an object as a whole. Therefore, the theory of multiple intelligences proposed by Gardner (Gardner, 1983) for characterizing personality is such a physical analogue of personality decomposition into independent spectrum or independent personality characteristics. The main thing in Gardner's approach is precisely the independence of psychophysiological characteristics, and not their name and function (Gardner, 2009).

It seems to me such physical prism that separates personality characteristics and reveals the person's predisposition to the investigated factor are multifactorial stimuli (Nikolaenko, 2020) linguistically oriented both to the factor under study and to a certain type of multiple intelligences. Of course, it is quite difficult to achieve the same repeatability of results in psychophysiology as in physics, since the linguistic and associative binding of a stimulus to various factors is a new method and requires additional study and statistical confirmation.

A separate issue that also requires further study is the possibility of generating similar stimuli used at the stage of preliminary testing. On the one hand, the stimuli should be close enough in meaning so as not to evoke different associations; on the other hand, the stimuli

should be different in order to avoid the addictive effect and be relatively unexpected and new for the subject. A roughly similar approach is used in psychophysiological lie detection during the formation of significant stimuli (Baur, 2006), when significant stimuli have some differences among themselves upon repeated presentation.

Despite currently the apparent lack of practical statistical evidence of the effectiveness of adaptive (for a specific user) psychophysiological systems of the third generation, it seems to me that this path of development will prevail for psychophysiology for the next 20–50 years, since any study of a person as an object are quite long-term.

When we started to deal with biometric identification in the early 90 s of the last century and created the first chip scanner for fingerprint identification (Minkin et al., 1992; 1995), few people believed that the procedure of biometric identification would become a routine at many airports in the world. The problem of intentions identification (Minkin, 2002) is perhaps slightly more difficult than person identification, but it is the same physical problem and must have an objective solution.

Conclusion

Currently, the products created on vibraimage technology give scope for both practical users and researchers working in various fields, including safety, medicine, psychology, sports and other areas where measurement and assessment of the psychophysiological characteristics of a person is in demand.

Vibraimage systems of the 1st and 2nd generations working on the rules of classic psychophysiology moves psychophysiology from academic science to practical using and have high distribution in the world because show transparency, friendly and effectivity. The 3rd generation of vibraimage systems open new opportunity to psychophysiology and give new instrument to human study. Detection of the quantity relation between conscious and unconscious gives new possibilities to psychophysiological testing achieves higher accuracy for less time of measuring emotions, abilities and psychophysiological characteristics.

Until recently, the vibraimage technology was only a tool for obtaining psychophysiological information about a person, similar to other physiological signals. Now the accumulated knowledge forms new approaches in psychophysiology, which can be not only in demand as practical solutions, but also used as a methodology for others psychophysiological technologies.

References:

1. Baur, D. J. (2006) Federal Psychophysiological Detection of Deception Examiner Handbook, Counterintelligence Field Activity Technical Manual. DOD.
2. Blank, M. A. et al. (2012) A Method for Screening the Diagnosis of Prostate Cancer. RU2515149, MPK A61B 5/11, Elsys Corp Priority 06.02.2012, Publ. 10.05.2014, Bul. No. 13.
3. Bobrov, A. F. et al. (2020) Vibraimage Technology in Tasks of Assessing Security Culture in Dangerous Production, Proceedings of the 3rd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology. June 25–26, St. Petersburg, Russia, pp. 301–305. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.15.VC3.EN>
4. Cacioppo, G. T. et al. (2007) Handbook of Psychophysiology, Cambridge University Press.
5. Darwin, C. (1872) The Expression of the Emotions in Man and Animals. John Murray, London.

6. 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>
7. Gardner, H. (1983) *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic book.
8. Gardner, H. (2009) *Five Minds for the Future*. Harvard Business Review Press.
9. 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>
10. 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>
11. James, W. (1890) *The Principles of Psychology*, Publisher: Henry Holt and Company.
12. Minkin, V. A. et al. (1992) Method for Obtaining a Contact Image, RU2031625.
13. Minkin, V. A. et al. (1995) Fingerprint Identification System, RU2154301.
14. Minkin, V. A., Shtam, A. I. (2000) Method and Device for Image Transformation, RU2187904, IPC H04N 5/14., Elsys Corp Application 19.12.2000, Publ. 20.08.2002.
15. Minkin, V. A. (2018) Biometrics. From Identity Identification to Thought Identification. *id.Magazine* No. 3 (6) 2002, pp. 25–26.
16. 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>
17. Minkin, V. A., Tseluiko, A. V. (2014) Practical Results of the Application of Technical Profiling Systems to Ensure Transport Safety, *Transport Law*, No. 3, 2014. (In Rus.).
18. Minkin, V. A. (2017) *Vibraimage*. St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VI.2017>
19. Minkin, V. A., Nikolaenko, Y. N. (2017) *Vibraimage and Multiple Intelligences*. St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VIMI.2017>
20. Minkin, V. A. (2018) The History and Future of Vibraimage Technology, *Proceedings of the 1st International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology*. 28–29 June 2018, St. Petersburg, Russia, pp. 126–129. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC1.EN.1>
21. 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>
22. Minkin, V. A. (2019a) Review of Vibraimage Technology Applications, *Proceedings of the 2nd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology*. 25–26 June 2019, St. Petersburg, Russia, pp. 201–207. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.1>
23. Minkin, V. A. (2019b) On the Accuracy of Vibraimage Technology, *Proceedings of the 2nd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology (English Edition)*, June 25–26, St. Petersburg, Russia, pp. 212–223. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.14>
24. Minkin, V. A., Blank, M. A. (2019) Psychophysiological Formation of the Period of Brain Activity, *Proceedings of the 2nd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology*. 25–26 June 2019, St. Petersburg, Russia, pp. 232–239. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.6>
25. 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>
26. Minkin, V. A., Nikolaenko, Y. N. (2020) Adaptive Psychological Testing. Combination of Pre-Testing and Basic Testing in Neuro-Linguistic Profiling, *Proceedings of the 3rd International*

- Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology. 25–26 June 2020, St. Petersburg, Russia, pp. 204–212. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.02.VC3.EN>
27. Minkin, V. (2020a) Vibraimage, Cybernetics and Emotions. St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VCE.2020>
28. Minkin, V. A. (2020b) Vibrapsychology as Independent Branch of Science, Proceedings of the 3rd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology. 25–26 June 2020, St. Petersburg, Russia, pp. 197–203. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.01.VC3.EN>
29. 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, No. 10, pp. 590–603, <https://doi.org/10.4236/jbbs.2020.1012037>
30. Minkin, V. A. (2021a) Psychophysiological Response Dynamics to Visual Stimuli Depending on Presentation Period, Proceedings of the 4th International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology, 24–25 June 2021, St. Petersburg, Russia, pp. 245–256. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.RU.03>
31. Minkin, V. A. (2021b) Calculation of Psychophysiological Responses to Multifactorial Stimuli in the Adaptive Questionnaire of Personality Characteristics Dispersion into Independent Components. Kuleshov Effect Comeback to Psychophysiology, Proceedings of the 4th International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology. 24–25 June 2021, St. Petersburg, Russia, pp. 257–268. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.RU.04>
32. Minkin, V. A., Blank, M. A. (2021) Psychophysiology and Homeokinesis. Synchronization of Presentation of Stimuli to Chronobiological processes, Proceedings of the 4th International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology. 24–25 June 2021, St. Petersburg, Russia, pp. 269–280. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.RU.05>
33. Nikolaenko, Y. N. (2020) Stimuli Development and Approbation for Adaptive Testing of Various Extremism Forms, Proceedings of the 3rd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology. 25–26 June 2020, St. Petersburg, Russia, pp. 232–237. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.07.VC3.EN>
34. Novitsky, P. V. (1975) Electrical Measurements of Non-electrical Quantities. Leningrad: Energy. (In Russ.)
35. Novoseltsev, V. N. (1978) Cybernetics and Biosystems. Moscow: Nauka. (In Russ.)
36. OIML V 2–200 (2007) International Vocabulary of Metrology — Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM), 3rd Edition, OIML.
36. Sechenov, I. M. (1952) Selected Works, Physiology and Psychology, Vol. 1. USSR Academy of Sciences. (In Russ.).
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. <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>

COVID-19 Diagnosis by Artificial Intelligence Basing on Vibraimage Measurement of Head Movement

Viktor A. Minkin¹, Alexander F. Bobrov², Valery A. Akimov¹,
Eugeniia G. Lobanova¹, Yana N. Nikolaenko¹, Oleg E. Martynov¹,
George V. Zazulin¹

¹Elsys Corp, St. Petersburg, Russia, minkin@elsys.ru

²State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal
Medical and Biological Agency (SRC — FMBC) of Russia, Moscow, Russia,
baf-vcmk@mail.ru

Abstract: *The hypothesis of reflex micromovements dependence of person's head in quasi-stationary state on the COVID-19 infection virus is discussed. Method for determining the dependence of vestibular-emotional reflex parameters on COVID-19, various diseases and pathologies is proposed. Micro-movements of a head for representatives of the control group (with a confirmed absence of COVID-19 disease) and a group of patients with a confirmed diagnosis of COVID-19 were studied using vibraimage technology. Parameters and criteria for the diagnosis of COVID-19 for training artificial intelligence (AI) on the control group and the patient group are proposed. 3-layer (one hidden layer) feedforward neural network (40 + 20 + 1 sigmoid neurons) was developed for AI training. AI was firstly trained on the primary sample of patients and a control group. Study of a random sample of people with trained AI was carried out and the possibility of detecting COVID-19 using the proposed method was proved a week before the onset of clinical symptoms of the disease. Number of COVID-19 diagnostic parameters was increased to 26 and AI was trained on a sample of 522 measurements, 261 patient measurement results and 261 measurement results in the control group. The achieved diagnostic accuracy was more than 99%, 4 errors per 522 measurements (2 false positive and 2 false negative), specificity 99,23% and sensitivity 99,23%. The issues of improving the accuracy and reliability of the proposed method for diagnosing COVID-19 are discussed. Further ways to improve the characteristics and applicability of the proposed method of diagnosis and self-diagnosis of COVID-19 are outlined.*

Keywords: vibraimage, health, artificial neural networks, ANN, artificial intelligence, AI, vestibular-emotional reflex, diagnosis of diseases, telemedicine, COVID-19.

Introduction

Currently, the COVID-19 epidemic is only growing and at the time of this writing, record numbers of infected people was recorded in the world (WHO, 2020; Wynants L. et al., 2020). One of the significant factors in the spread of the pandemic is the significant time between a patient's infection and the onset of symptoms of COVID-19 disease (Soares et al., 2020). There are a significant number of biochemical diagnostic methods for COVID-19, which can mainly divided into blood tests and taking nasopharyngeal swabs (Ching et al., 2020; Kopel et al., 2020; Sheikhzadeh et al., 2020), however, in real conditions most countries have significant time between taking a test and receiving

COVID-19 diagnostic result (Bastos et al., 2020). For example, in Russia this time can be more than 2 weeks due to many different reasons, despite the recommendation of obtaining test results within 48 hours (Klimkin, 2020). At the same time, even the obligatory 48 hours is an unbearably long time during the testing procedure, for example, at the airports or during the pre-shift control of workers on factories, during attending public events, when children go to school, etc. Thus, it turns out that known biochemical methods for diagnoses diseases with a long incubation period, in principle, cannot be a barrier to the spread of infections (Laguarta et al., 2020). This confirmed by the significant spread of COVID-19 in the world, despite all the efforts made by the WHO and various countries. The use of temperature control as a diagnosis of COVID-19 in crowded places creates only the illusion of safety, since the asymptomatic and temperature normal carriers of COVID-19 poses the greatest danger to infecting others (Bwire&Paulo, 2020).

At the same time, there are a number of alternative technologies for detecting COVID-19 that are not directly based on biochemical analysis of the virus, but analyze the indirect consequences of its impact on the body. One such known method is the specific odor of the disease, which can be detected by specially trained dogs (Jendremy et al., 2020). It is clear that such a method for detecting a disease cannot become a mass protection of the population, but it shows the fundamental possibility of diagnosing COVID-19 according to the consequences of the effect of the virus on a human body.

Another alternative way to diagnose COVID-19 is diagnostics by the sound of a cough, performed by trained artificial intelligence (Laguarta et al., 2020). According to the authors, cough is a significant indicator of the disease, the cough of a healthy person and a person with COVID-19 varies significantly in parameters, and artificial intelligence (AI) trained on control group and patients group finds significant differences in cough parameters. At the same time, the proposed diagnostic method using AI in terms of cough parameters has obvious practical limitations, since after coughing each person, it is necessary to sanitize the premises. In addition, not all COVID-19 infected patients (Report, 2020) have lung involvement, and such patients should not be identified by cough parameters. Moreover, medical recommendations can hardly contain a requirement to cough, since this method can lead to coughing fits in a certain number of patients under study.

At the beginning of the COVID-19 epidemic was proposed method for diagnosing diseases by the micromovements analyzing of a human head using vibraimage technology (Minkin&Bobrov, 2020). Was supposed to use the analysis of the synchronization of physiological processes as one of the main indicator $\Sigma[R]$ of human health, with the second indicator $\Sigma[\Delta M]$ reflecting the correspondence of reflex movements of the human head to the obtained head movement template for a relatively large number (15,000) of healthy people (Minkin, 2020). The possibility of vibraimage technology using to identify a specific disease previously was confirmed by express diagnosis of prostate cancer, when it was proved that vestibular-emotional reflex is sensitive to oncology changes in the body (Blank et al., 2014). Violation of the normal rhythm of reflex micromovements of the head can occur both in the case of mental changes and in the case of physiological pathology (Minkin&Nikolaenko, 2008). However, our studies in the first half of 2020 showed that integral psychophysiological parameters determined by micromovements of the head and used to determine the level of functional health or oncology of the prostate turned

out to be weakly sensitive to identifying asymptomatic carriers of COVID-19, namely, they pose the main danger in the spread of infection. Considering that AI showed quite well in solving precisely exact problems (Haykin, 2008), where is possible to conduct a study by independent methods and form a control group and a group of patients using standard methods of biochemical and radiological diagnostics. Therefore, the developers of vibraimage technology created an artificial neural network and train AI according to the vibraimage parameters of the indicated groups.

Pretesting Materials and Method

144 measurements of the micromovements of the head of patients parameters with a confirmed diagnosis of COVID-19 (136 patients with confirmation of COVID-19 by CT and PCR in the active phase and 8 patients with asymptomatic COVID-19) formed the group of patients. All measurements were done by VibraHT program (VibraHT, 2020) or HealthTest (HealthTest, 2020) program. VibraHT is professional program giving all setting and parameters information to users. HealthTest is simplified program version operating in default settings and gives only main health parameters to users. Both programs VibraHT and HealthTest have identical processing algorithm for COVID-19 diagnosis. The measurements were done between May and June 2020. The age of the patients was from 25 to 75 years, the male-to-female ratio (60–40)%. Ethnic composition — 100% Russian. The demographic parameters of the control group were matched identically to the patient group. To form control group, 144 measurements of head micromovements parameters of people with a complete absence of COVID-19 symptoms and a negative PCR test for COVID-19 were used. Web cams MS LifeCam Cinema and MS LifeCam Studio captured video information of person head. Cameras resolution was set 640×480, frame frequency 30 f/s, b/w mode on in settings. Person position was about 50 cm from webcam, head size in horizontal line was more than 200 pixels. Image Quality test level by VibraHT and HealthTest programs was higher than 80% for all accepted testing results.

The relatively small number of measurements in the patient group and the control group was determined by two factors. The presence of lockdown introduced in the country (Russia) for the period of obtaining data and the legal uncertainty of biometric data capturing, which include the results of micromovements measurements of a human head. All participants in the study of human head micromovements using vibraimage technology, the results of which are used in this work, signed an Agreement on anonymized using of biometric data when publishing research results.

To process the research results in the company Elsys, St. Petersburg, Russia, artificial neural network was developed and trained with simple three-layer structure, shown in Figure 1.

The values of micromovements parameters of a human head T1–T10 (Minkin, 2020) were used as input parameters on the first network layer in the following order for each input sigmoid neuron of the first layer of the neural network:

M(T1), S(T1), M(T2), S(T2), M(T3), S(T3), M(T4), S(T4), M(T5), S(T5), M(T6), S(T6), M(T7), S(T7), M(T8), S(T8), M(T9), S(T9), M(T10), S(T10).

In vibraimage technology T1–T10 parameters are determined in the way to have minimum correlation with each other (Minkin, 2017; 2020), therefore a limited number of parameters characterizes reflex micromovements of a head as informative as possible (Minkin&Nikolaenko, 2008).

Where: $M(T_i)$ — median value of i parameter during the measurement.

$S(T_i)$ — SD of i parameter during the measurement.

All input parameters $M(T_i)$ and $S(T_i)$ are scaled to the range $[0..1]$.

After the formation of the neural network with the configuration shown in Figure 1, the AI was trained on the control and patient databases groups. The training was carried out on Sony Vaio computer with i7 processor, RAM = 16Gb and took 24 hours.

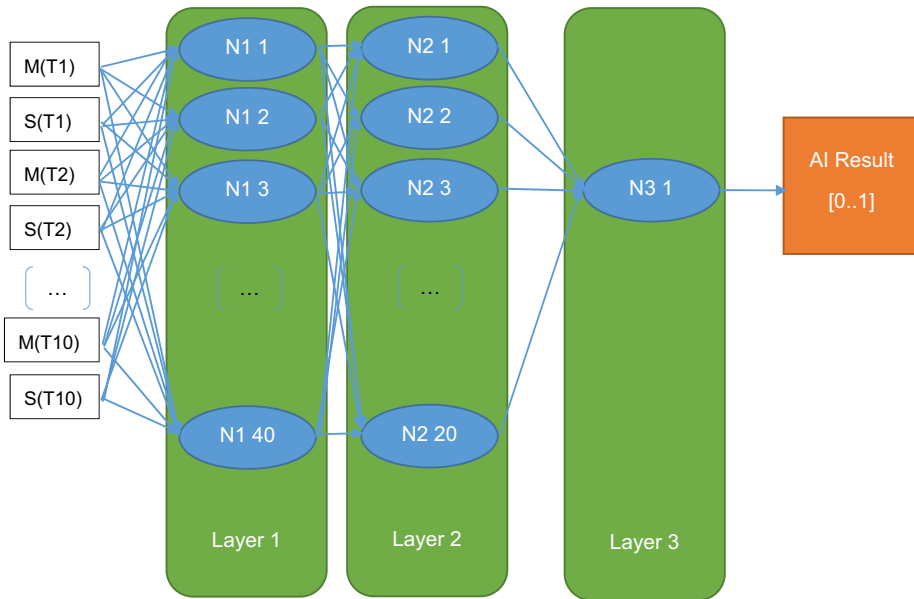


Fig. 1. Block diagram structure of feedforward neural network for COVID-19 diagnosis

After training, the AI discriminated two groups with an accuracy of 94%, out of 288 results there were 15 errors, 7 false results in the patient group and 8 false results in the healthy group. Of the 7 false results in the patient group, 4 were related to the measurements of patients at the late stage of COVID-19 but were left in the training sample, since the ability to infect at a late stage of the disease has not yet been sufficiently studied (Huang et al., 2020). The AI discrimination function was tuned in such a way that when the number of measurements in the training samples is equal, the threshold value for accepting solution to place the result as negative or positive is 0.5, which is reflected in Figure 2.

The AI discrimination function was set that when the number of measurements in the training samples is equal, the threshold value for accepting solution to place the result as negative or positive is 0.5, shown on Figure 2.

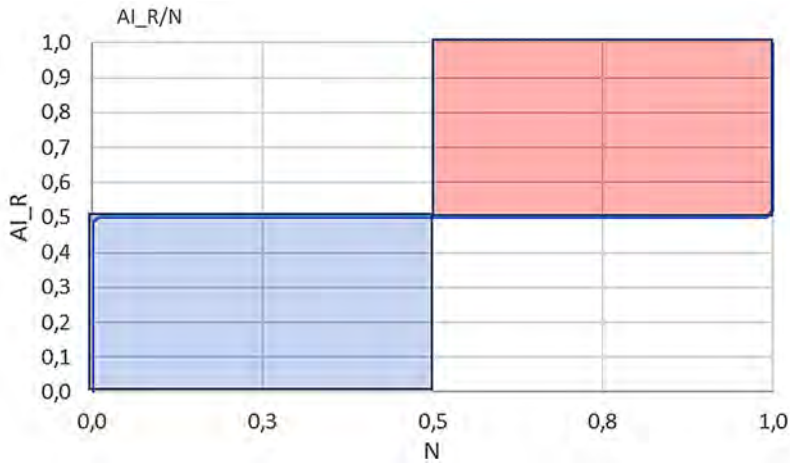


Fig. 2. AI decision function for groups discrimination

AI decision results with a score of less than 0.5 are considered as negative COVID-19, and results greater than 0.5 are considered as positive COVID-19.

Pretesting AI for COVID-19 Diagnosis

Based on the results obtained in the course of pretest studies, changes were made to HealthTest and VibraHT programs and, in addition to the integral health indicators $\Sigma[R]$ and $\Sigma[\Delta M]$ (Minkin & Bobrov, 2020), was added the COVID-19 probability indicator, calculated by AI on discrimination input data.

Since the Federal law of experimental legal regimes in the sphere of digital innovations in the Russian Federation (258-FZ, 2020) appeared at the beginning of August 2020, which allows the use of telemedicine in the practical area, Elsys Corp, St. Petersburg, Russia, decided to monitor each employee's pre-shift checking by the updated HealthTest program from September 1, 2020.

On October 20, by pre-shift control, one of Elsys's employees (male, 66 years old) showed 100% probable of COVID-19. The result of that measurement by VibraHT program shown in Table 1.

The health indicators shown in Table 1 and the norms for them are described in the HealthTest and VibraHT programs Manuals (VibraHT, 2020). Note that not only the employee's integral health indicators at the time of October 20 were normal, but all other psychophysiological and psycho-emotional parameters measured by the VibraHT program (VibraHT, 2020) and shown in Figure 3 were also within the normal range.

Table 1

Detection of COVID-19 with normal health indicators by HealthTest program

Date	$\Sigma[R]$ (norms >20,0)	$\Sigma[\Delta M]$ (norms <4,0)	Probability COVID-19 (norms <50)	T, °C
10–20–13–16	29,56	3,92	100,00	36,6

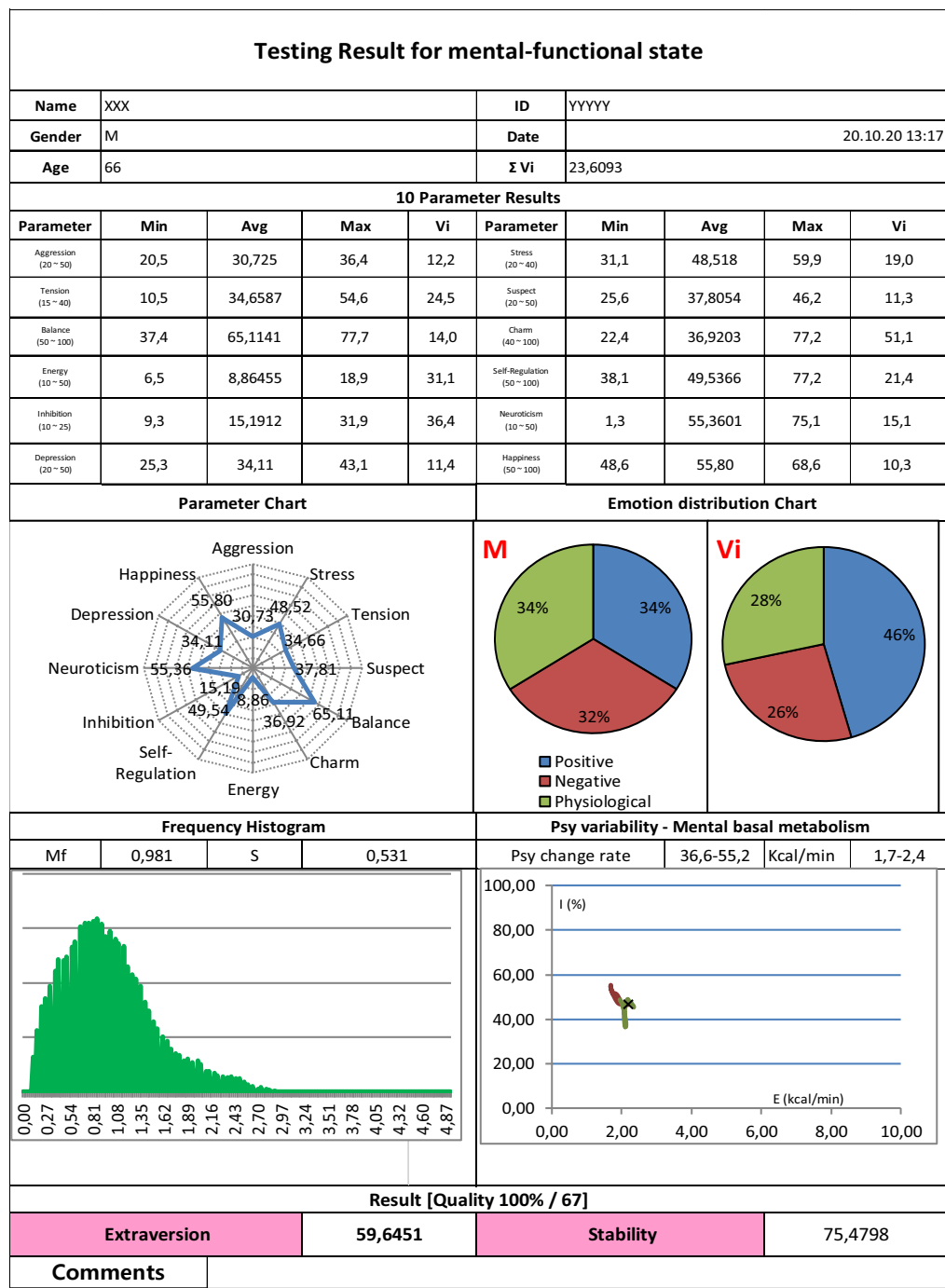


Fig. 3. Psychophysiological parameters values for early detection of COVID-19 by VibraHT program main menu

Naturally, the employee suspected of COVID-19 was quarantined, although his temperature at that moment was 36.5 and he did not have any external signs of SARS or COVID-19. The first signs of COVID-19 (temperature 37.5; headache, weakness) appeared on Monday 26 October, i. e. 6 days after the detection of COVID-19 by the HealthTest program. On October 27, a doctor was called who prescribed treatment (Azithromycin 500 mg. 1 tab. 9 days + 3 days, Ingavirin 90 mg. 1 tablet 1 time per day, 7 days, Thrombo ACC 75 mg. — 1 tablet 1 time per day, 10 days. Grippferon (nasal drops) 5 times a day, 7 days) and gave a referral to CT, which revealed 25% lung damage.

Selected data from the monitoring of integral health indicators determined by the HealthTest program (HealthTest, 2020) for the given patient in the course of illness and treatment shown in Table 2.

Table 2

Revealing the dynamics of changes in integral health indicators by the HealthTest program in case of COVID-19 disease

Date	$\Sigma[R]$ (norms >20,0)	$\Sigma[\Delta M]$ (norms <4,0)	Probability COVID-19 (norms <50)	T, °C
10–20–13–16	29,56	3,92	100,00	36,6
10–25–09–47	21,90	3,29	100,00	36,6
10–27–18–09	19,99	4,05	0,00	37,8
10–28–17–57	15,14	4,44	0,00	37,7
10–31–19–55	18,82	3,27	100,00	38,5
11–01–14–13	13,63	4,23	99,92	38,0
11–10–12–31	22,26	2,27	95,73	37,6
11–16–11–56	30,26	2,74	0,00	36,6

The given sample data from a large array of conducted studies show the main trends in changes in both integral health indicators and the dynamics of COVID-19 diagnostics. Green color in Health cell of Table 2, shows position of two health indicator inside norms, yellow color in Health cell of Table 2 shows outside position for one indicator out of norms, red color shows health indicators outside norms. AI indicator from Table 2 show the result of COVID-19 diagnosis by HealthTest program, also green is normal, red color shows high probability of COVID-19. Taken on the same date of last measurement 16 November 2020 enzyme immunoassay analysis indicates IgA = 4,33 and IgG = 3,46 and having antibodies show immunity to COVID-19.

The dynamics of health indicators (Minkin&Bobrov, 2020) shows a noticeable deterioration in general health indicators in the active phase of COVID-19 and almost their recovery after about 3 weeks from the moment of illness for this particular patient.

Materials and Methods

COVID-19 detection of our employee, and then his wife COVID-19 infection, allowed us significantly replenish the database of measurements of patients with confirmed COVID-19 and naturally collect more data for the control group.

At the time of writing this article, the number of patient's measurements with confirmed COVID-19 in patient group was 261 measurements and 261 measurements in the control group (522 measurements in total). The structure of the neural network, shown in Figure 1, was left the same and the number of input vibraimage parameters, characterizing the micromovements of a head, was increased from 20 to 26.

In the course of the main study, the AI of the neural network (with the configuration shown in Figure 1) was trained on the augmented measurement databases of the control group and the patient group. The training was carried out on the same Sony Vaio computer with i7 processor, RAM = 16Gb and took 1 hour. After training AI discriminated two groups of 261 measurements with an accuracy higher than 99%, out of 522 results, 4 errors were detected, 2 false positive results in the group of patients and 2 false negative results in the group of healthy people. Figure 4 shows the sensitivity-specificity curve for the obtained sample of 522 results in accordance with GOST R 53022.3-2008 (GOST R 53022.3, 2008).

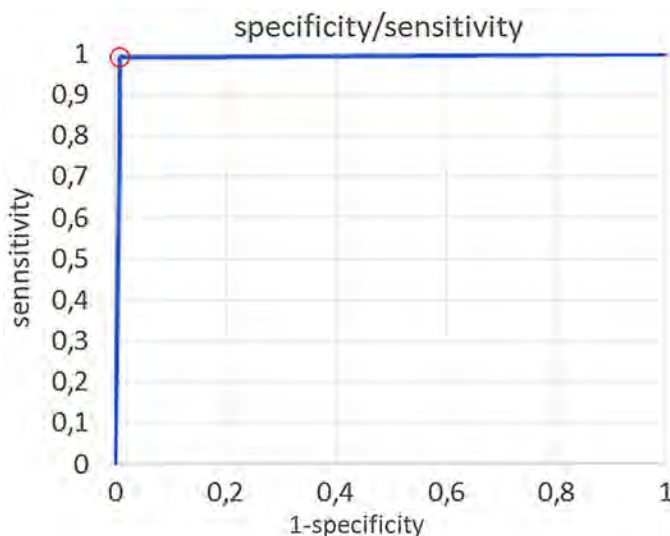


Fig. 4. Specificity-sensitivity dependence in a sample of 522 measurements of COVID-19 diagnostics according to vibraimage parameters by measuring micromovements of the human head

Resulting sensitivity value was 99.24%, the resulting specificity value was the same 99.24%.

The distribution density of the sensitivity and specificity values for the negative and positive groups to COVID-19 for the sample of 522, depending on the presented threshold values of the AI decision results, shown in Table 3.

Table 3

Distribution density of AI decision results for control and patient groups

COVID-19 negative	Threshold	Probability
	0,5	99,23%
	0,000005	94,25%
	0,000003	93,10%
	0,000002	92,34%
	0,000001	91,19%
COVID-19 positive	0,5	99,23%
	0,999995	85,82%
	0,999997	83,52%
	0,999998	82,38%
	0,999999	81,23%

Data shown on Table 3 indicates a slight difference between the results obtained from the ideal broken sorting of patient groups and the control. Differences in sensitivity values of real values did not exceed the deviation in the fourth decimal place for both groups, and the number of non-ideal measurements was minimal. The total error of sorting by groups (4 results out of 522) was less than one percent, respectively, the overall accuracy of sorting by groups was 99.24%

Table 4 shows the coefficients of significance for 28 input vibraimage parameters when processing the first line of the neural network, showing the different influence of the input parameters on the sorting result. The yellow line marks the maximum significance coefficients obtained for each input parameter.

Most likely, input parameters with insignificant data in the highlighted row of Table 4 (for example, significance less than 5) can later be replaced with other input parameters that characterize more informative parameters of micromovements of the human head and provide a higher quality of group classification in the diagnosis of COVID-19. Note that highest significant level has SD of human energy distribution ($S(T7) = 10$), showing stable low energy for COVID-19 patients.

Table 4

Weight of input parameters on the first layer of feedforward created neural network

max(w)	нейронный перелом слоя																												
	M(T1)	S(T1)	M(T2)	S(T2)	M(T3)	S(T3)	M(T4)	S(T4)	M(T5)	S(T5)	M(T6)	S(T6)	M(T7)	S(T7)	M(T8)	S(T8)	M(T9)	S(T9)	M(T10)	S(T10)	M(T11)	S(T11)	M(T12)	S(T12)	res 1	ree 2	sat	Σ[R]	
1	19	8	0	9	5	17	5	18	14	28	2	18	20	63	1	2	0	6	5	17	0	1	1	2	0	0	0	0	5
2	11	12	2	32	2	7	6	1	9	1	5	8	21	3	4	7	5	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	32	4	30	21	4	6	9	7	24	1	6	1	4	3	15	2	1	2	22	4	9	4	7	0	0	1	3	3
4	9	34	5	14	9	12	7	13	7	24	8	2	3	8	12	3	6	2	6	23	2	9	5	36	0	0	3	5	5
5	1	32	15	23	6	6	3	11	1	5	3	2	13	12	3	2	19	9	10	17	0	2	5	5	0	0	1	4	4
6	3	34	8	11	1	2	2	24	0	10	0	11	5	1	2	2	6	1	1	17	1	0	0	0	0	0	0	2	1
7	11	13	1	19	10	1	6	15	6	28	3	1	3	23	0	6	0	3	1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	10	22	4	13	10	2	4	22	3	11	1	15	11	17	2	5	20	14	11	3	3	1	5	5	0	0	0	2	0
9	5	25	9	5	0	1	2	20	2	8	2	16	0	17	1	17	8	8	2	15	0	0	6	10	0	0	0	0	4
10	2	22	3	14	9	13	3	16	3	2	1	4	10	17	4	6	17	0	8	7	2	6	5	3	0	0	1	0	0
11	1	22	1	38	9	10	6	8	6	16	4	6	5	16	1	6	17	32	19	17	7	3	2	1	0	0	0	2	2
12	6	19	7	24	1	2	4	8	2	2	4	8	2	30	3	1	1	20	19	6	4	6	2	1	0	0	0	3	5
13	0	8	4	32	7	3	5	3	6	37	3	4	10	6	1	9	9	2	8	5	8	1	7	3	0	0	0	2	0
14	6	51	1	25	16	3	6	18	7	19	0	3	1	1	2	3	6	2	4	15	2	13	1	17	0	0	1	1	1
15	5	29	2	1	18	13	4	14	2	1	5	38	1	5	105	2	15	17	14	10	6	4	5	6	5	0	0	1	2
16	12	20	11	13	18	10	6	8	1	5	3	1	13	105	1	2	22	11	10	11	1	11	0	13	0	0	0	2	0
17	6	14	6	17	2	8	5	1	4	4	1	1	34	19	3	1	0	12	18	10	0	0	0	0	0	0	0	1	1
18	3	45	7	9	1	3	1	26	3	5	4	15	2	4	4	11	9	5	1	14	1	5	2	18	0	0	0	1	2
19	10	20	0	13	3	4	7	5	0	7	3	6	4	23	3	8	2	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	13	9	4	23	12	4	9	10	5	9	4	1	46	24	2	9	1	1	1	12	3	10	1	4	0	0	0	2	0
21	2	3	1	1	1	3	1	0	1	2	0	3	1	1	1	1	3	0	2	3	3	3	4	6	1	1	1	1	0
22	2	5	2	1	3	16	1	3	2	5	2	5	3	3	1	6	2	1	3	6	2	13	3	18	1	0	2	1	1
23	1	2	5	4	5	5	1	2	2	5	4	3	7	3	2	2	4	1	3	5	4	4	7	16	0	0	1	2	2
24	3	3	3	1	3	8	1	6	7	4	5	0	1	0	7	1	1	2	1	8	3	3	4	4	1	1	2	3	3
25	3	1	6	26	1	2	0	19	4	7	3	9	5	4	0	8	4	5	5	8	8	2	10	4	1	0	0	5	5
26	1	1	4	1	13	0	7	1	2	0	3	1	5	0	2	2	4	3	11	1	4	1	6	0	0	0	0	11	1
27	2	0	2	1	1	4	2	0	4	1	2	1	2	1	2	1	1	0	3	3	0	1	1	1	1	1	1	4	4
28	0	3	0	3	1	14	2	3	4	1	4	1	3	3	4	2	6	1	6	6	1	6	3	8	0	1	0	7	2
29	0	5	1	0	2	10	2	4	0	7	1	2	0	6	1	2	5	5	1	11	1	8	2	24	0	0	1	2	2
30	2	7	0	2	1	18	1	1	3	1	3	3	1	2	0	2	5	1	2	18	1	8	1	8	1	0	2	9	9
31	1	4	1	2	0	6	2	1	1	1	3	1	3	0	1	0	3	0	3	3	3	3	3	14	1	1	1	2	5
32	3	2	1	2	2	2	1	0	0	1	1	1	3	1	0	1	2	2	5	3	1	1	2	3	0	1	1	2	5
33	2	5	2	2	4	18	4	4	0	2	0	5	0	2	1	3	1	1	2	12	3	0	0	14	1	0	0	11	1
34	3	14	8	2	2	9	3	3	1	14	2	2	2	2	1	10	11	2	2	14	2	9	3	13	1	0	0	9	9
35	2	1	4	3	3	9	2	6	3	9	0	2	1	6	2	5	5	4	2	5	1	2	2	1	9	0	0	2	4
36	1	3	2	1	1	3	1	0	1	4	1	4	1	5	1	0	1	2	2	3	2	12	5	7	1	0	1	12	2
37	2	6	2	2	0	7	1	2	4	3	0	2	1	2	1	2	2	2	0	6	5	1	3	17	0	1	1	7	2
38	2	7	1	8	4	5	1	7	1	5	1	1	1	5	1	5	4	7	8	0	0	9	7	2	1	0	1	5	5
39	4	3	3	5	4	11	2	7	2	0	5	0	4	2	3	4	3	2	2	12	2	8	8	1	0	0	1	3	3
40	4	3	4	7	2	10	2	6	0	8	1	2	0	1	2	4	1	3	0	9	0	3	11	9	0	0	0	2	2

Discussion

The authors understand that presented statistics may change significantly with an increase in the number of measurements and is too early to draw conclusions about a confident 99% accuracy of the COVID-19 diagnostic by the method of head micromovements analyzing. Moreover, the number of having measurements significantly exceeds the number of studied patients (14 patients for 262 measurements). However, the above result allows us to look optimistically at the high accuracy of future COVID-19 diagnosis, since the discussed method has high reserves in providing additional information about the micromovements of the human head, primarily in an unlimited increase in the input parameters for AI processing. In addition, high sensitivity of vestibular-emotional reflex to detection of various diseases, including non-infectious ones, was previously shown and discussed (Blank et al., 2014). An additional argument for the high accuracy of the proposed method for diagnosing COVID-19 is the ability to train AI on patients with different confirmation of COVID-19 (PCR, serology, CT), which allows avoiding systematic diagnostic errors inherent in each of these biochemical methods or radiology separately.

The ability to obtain the results of head micromovements at different stages of the disease is also a relative advantage of AI training in the proposed method. For example, it follows from Table 2 that the primary diagnostic program was unable to detect COVID-19 on certain days of the active phase of the disease (October 27 and 28) against the background of other symptoms of the disease. After adding these and other measurements of cases to the main database, the program successfully detects COVID-19 based on past results of head micromovement data. Thus, almost every measurement of micromovements of a person head with confirmed COVID-19 provides unique information about the characteristics of the disease and can be used to train AI.

At the same time, the fundamental simplicity is great advantage of the proposed method, the studied person is tested only 1–3 minutes in front of a standard web camera connected to a computer (Minkin, 2017; 2020). Free AIvsCOVID software (AIvsCOVID, 2020) opens unlimited possibilities for using this method for regular self-testing, pre-shift control, checks in places of public events, airports, concerts, train stations, etc.

A separate issue requiring further study of the optimal time for measuring the micromovements of a human head for the most accurate diagnosis of COVID-19. In both groups of patients and the control group, the measurement time was one (40%) and three (60%) minutes for the same number of measurements. Presumably, the accuracy of determining the average median values of the parameters and their standard deviations slightly increases with 3 minute measurements (Minkin, 2019), so at the moment we recommend taking 3 minute measurements to diagnose COVID-19. However, we believe that in the course of further research it will be possible to reduce the testing time to 1 minute or even 30 seconds, due to an increase in the number of input controlled parameters when calculating the AI and the possible complication of the AI structure. Although according to the results of current measurements, all 4 errors (2 false positives and 2 false negatives) refer to 1 minute measurements, thus the accuracy of COVID-19 diagnostics for 3 minute measurements of head micromovements is 100%.

The authors think that a slight decrease in the accuracy of the described method for diagnosing COVID-19 is possible with a significant increase in the number of measurements in the training samples. At present, with an insignificant amount of data in the samples, AI can artificially cling to vibraimage features inherent in cameras and measurement conditions, since the real vibraimage differs from the ideal vibraimage (Minkin, 2017; 2019). With the increase in the amount of measurement data, these pseudo-features of COVID-19 will disappear, and whether this loss can be made up by trained AI is an open question that requires further study.

The active spread of COVID-19 in all countries requires a revision of traditional medical diagnostic methods and a more active development of non-contact computer methods, the representative of which is vibraimage technology combined with the capabilities of AI.

The authors express their readiness to cooperate with various teams to develop this method, increase the database for AI training, and improve the accuracy and reliability of the results obtained.

Conclusion

We have developed and offer free COVID-19 test program (AIvsCOVID, 2020) with an estimated accuracy better than 99%. In our opinion, its active implementation in all areas will be able to stop the pandemic, and joint efforts to refine it will be able to make it more reliable and possibly universal for detecting new yet unknown diseases. Only regular self-testing and testing, together with vaccinations, health care and prevention can stop the COVID-19 pandemic.

References:

1. AIvsCOVID (2020) COVID-19 Diagnoses Program. Manual. Elsys Corp publishing. Available at: <http://www.psymaker.com/downloads/AIvsCOVID.pdf> (Access: 22 October 2020).
2. Bastos, et al. (2020) Diagnostic Accuracy of Serological Tests for COVID-19: Systematic Review and Meta-Analysis, *BMJ*2020;370:m2516, <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.m2516>
3. Blank, M. A. et al. (2014) Method for Screening Prostate Cancer Diagnosis, RU2515149.
4. Bwire, G. M, Paulo, L. S. (2020) Coronavirus Disease-2019: Is Fever an Adequate Screening for the Returning Travelers? *Tropical Medicine and Health*. 48:14, <https://doi.org/10.1186/s41182-020-00201-2>
5. Haykin, S. (2008) *Neural Networks and Learning Machines* Third Edition, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey 07458.
6. HealthTest (2020) Health Testing Program. Manual. Elsys Corp publishing. <http://www.psymaker.com/downloads/HealthTestEng.pdf> (Access: 22 October 2020).
7. Huang et al. (2020) Timely Diagnosis and Treatment Shortens the Time to Resolution of Coronavirus Disease (COVID-19) Pneumonia and Lowers the Highest and Last CT Scores From Sequential Chest CT, *American Journal of Roentgenology*. 215: 367–373. 10.2214/AJR.20.23078
8. Kopel, J. et al. (2020) Antibody tests for COVID-19, Baylor University Medical Center Proceedings, <https://doi.org/10.1080/08998280.2020.1829261>
9. Report (2020) Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf>

10. Laguarda, J. et al. (2020) COVID-19 Artificial Intelligence Diagnosis Using Only Cough Recordings, *IEEE Open Journal of Engineering in Medicine and Biology*, September 2020.
11. 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>
12. Minkin, V. A. (2017) *Vibraimage*. St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VI.2017>
13. Minkin, V. A. (2019) About the Accuracy of Vibraimage technology, *Proceedings of the 2nd International Open Science Conference: Modern Psychology. The Vibraimage Technology (English Edition)*. June 25–26, St. Petersburg, Russia. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.14>
14. Minkin, V. A., Bobrov, A. F. (2020) Health Diagnostics Using Assessment of Physiological Systems Signals Desynchronization. First Results of HealthTest Program Practical Applications, *Proceedings of the 3rd International Open Science Conference: Modern Psychology. The Vibraimage Technology*. June 25–26, St. Petersburg, Russia. pp. 292–300. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.14.VC3.EN>
15. Minkin, V. (2020) *Vibraimage, Cybernetics and Emotions*. St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VCE.2020>
16. Sheikhzadeh, E. et al. (2020) Diagnostic Techniques for COVID-19 and New Developments, *Talanta*, 220 (2020), 121392, <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121392>
17. Soares et al. (2020) A Novel High Specificity COVID-19 Screening Method Based on Simple Blood Exams and Artificial Intelligence, <https://doi.org/10.1101/2020.04.10.20061036>
18. VibraHT (2020) *Health Test Professional Program. Manual*. Elsys Corp publishing. <http://www.psymaker.com/downloads/VibraHTEng.pdf> (Access: 22 October 2020).
19. WHO (2020) Weekly Operational Update on COVID-19. 30 October 2020. <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-operational-update---30-october-2020>
20. Wynants, L. et al. (2020) Prediction Models for Diagnosis and Prognosis of COVID-19: Systematic Review and Critical Appraisal, *BMJ* 2020;369:m1328. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.m1328>
21. 258-Φ3 (2020) On Experimental Legal Regimes in the Sphere of Digital Innovation in the Russian Federation, Approved on July 31, 2020 (In Russ.).
22. Kamkin, E. G. (2020) *Interim Methodological Recommendations Prevention, Diagnostics and Treatment of New Coronavirus Infection (COVID-19)*, Ministry of Health of the Russian Federation, version 8 (In Russ.). https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/051/777/original/030902020_COVID-19_v8.pdf

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 were 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 insignificantly affects the accuracy of a subject's predisposition determining to the investigated factor score. 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, PPS, profiling, VibraNLP.

Introduction

A significant number of periodical journals on psychophysiology are published annually in the world, such as Psychophysiology (Wiley), International Journal of Psychophysiology (Elsevier), Journal of Psychophysiology (Hogrefe), etc. The number of scientific publications with the keyword psychophysiology in Google Scholar is (at the time of this writing) 846,000 and is approaching to million. Textbooks on psychophysiology are periodically republished (Cacioppo et al., 2007; Danilova, 2012). At the same time, I am not aware of scientific publications and studies where you can find a clear answer to relatively simple questions from the field of psychophysiology — how does a person react to repeated presentation of a complex or simple visual stimulus? How does the dynamics of psychophysiological response (PPR) change when the period of visual stimuli presentation changes? Although such attempts were made earlier, for example, created by Levin dynamic theory of personality (Levin, 1935). In metrology, one of the main accuracy criteria (Minkin, 2019) is the reproducibility of measurement results and it cannot be evaluated without repeated measurements.

However, in psychophysiology, the presentation of the same stimulus understandably leads to different responses of a subject, because the primary presentation of the stimulus, changes the psychophysiological state (PPS) of the subject (Pinto et al., 2020), and the processes of habituation and learning take place. Thus, repeated presentation of the same stimulus occurs to the same subject, but in a slightly different PPS. This effect was noted

by ancient Greek philosopher Heraclitus, who said “everything flows and everything changes”, and “you cannot enter the same river twice” (Plato, 1990). The presence of such variability in a person should not stop researchers in the field of psychophysiology especially since obtaining reproducible information about PPR dynamics have great practical importance for reducing the testing time and increasing the accuracy of the result.

The aim of this work is to measure the dynamics of the psychophysiological response upon repeated presentation of complex stimuli with different periods of presentation and to identify patterns that improve the accuracy of the subject’s predisposition detection to the investigated factor under in a minimum testing time.

Materials and Methods

A psychophysiological study of 10 people (6 men and 4 women, age from 20 to 65 years old, all of the Caucasian race) was carried out using vibraimage technology (Minkin, 2007; 2020; Minkin, Nikolaenko, 2008) by VibraNLP program (Minkin and Nikolaenko, 2020) with various settings. VibraNLP program with the standard LOF15 questionnaire includes 12 presented stimuli in the pretesting stage of multiple intelligences (MI) analysis of a subject (Gardner, 1983; Minkin and Nikolaenko, 2017) and 12 presented multifactorial stimuli on basic testing stage. Moreover, each neutral stimulus from MI testing has 6 close analogs, which are presented in a random order. In total, VibraNLP program contains $12 \times 6 = 72$ neutral stimuli and $12 \times 6 = 72$ multifactorial stimuli (24 stimuli in each test). The subject sequentially passed 18 tests with different settings (3 settings for the presentation period, 2 settings for the start of the start, 3 settings for different integration times of psychophysiological parameters).

The total time for person passing 18 tests averaged 2 hours, the tests differed in total time, since test with a 5 second period of external stimuli presentation (PESP) was about $5 \times 24 = 120$ seconds, with PESP = 10 second, respectively — $10 \times 24 = 240$ seconds, with PESP = 15 second, respectively — $15 \times 24 = 360$ seconds. All tests with the VibraNLP program were performed with feedback when measuring the current PPS of the subjects, and the presentation of stimuli began at the moment (more precisely, after 3 seconds) when the PPS passed the minimum (Min) or maximum (Max) position on the time axis.

The investigated factor in the questionnaire used was the subject’s predisposition to terrorism or investigated factor score (IFC); accordingly, multifactorial stimuli (combining factors of MI and terrorism) were aimed at identifying a predisposition to terrorist activity and consisted of questions and photographs (Nikolaenko, 2020).

Results

Dependence of the PPR desynchronization relative to the presented stimuli

Figure 1 shows the histogram of PPR dependence to desynchronization parameter (measured in seconds) relative to the presented stimuli for the selected settings of psychophysiological testing. The desynchronization parameter is defined as the modulus of the time difference between the onset of stimulus presentation and the change in the

direction of the PPS dynamics (Minkin, 2017; Minkin & Myasnikova, 2018), since the change in the direction of the PPS can be both ahead and delayed from the moment of stimulus presentation. The parameter of desynchronization is measured separately for the first and second half of the test, since neutral (MI) and multifactorial stimuli can have different effects on the subject.

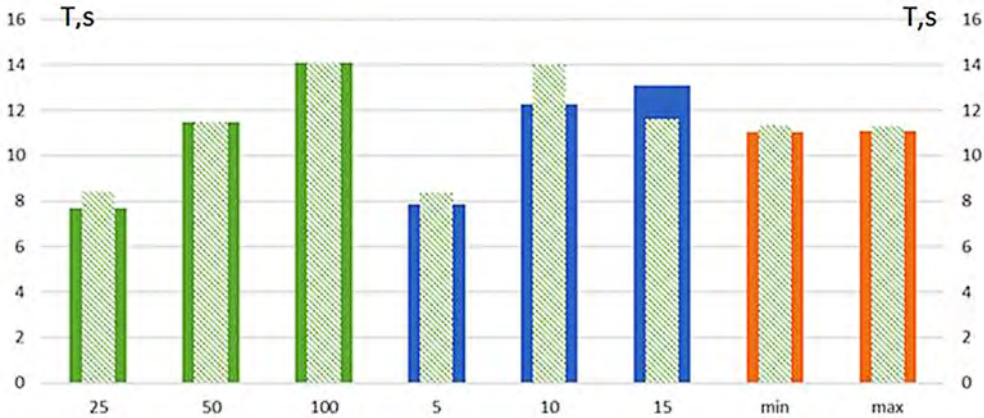


Fig. 1. Dependence of PPR desynchronization parameter relative to the presented stimuli for Neutral stimuli (external column of the histogram) and Multifactorial stimuli (internal column of the histogram). The horizontal axis shows testing settings (from left to right): N = 25; 50; 100 — the number of accumulation frames for interframe difference. PES = 5; 10; 15. Min-Max — testing start from minimum or maximum PPS value. Mean values of desynchronization parameter obtained for 24 stimuli of 10 subjects (180 tests) are given

The data on Figure 1 showed both expected results and rather unexpected ones. As expected, a direct relationship was revealed between the PPR delays and the time of PPS accumulation. Relatively unexpectedly, the dependence of the delay on PEPS is complex.

**PPR synchronicity dependence on the number of accumulation frames
N = 25; 50; 100**

An increase in the desynchronization time with an increase in the accumulation of the interframe difference is quite obvious, since the integration of the accumulated information about human movements leads to a slowdown in the response of vibraimage system to the recorded change in PPS. Pay attention to the obtained absolute values of the desynchronization, which are approximately 8 seconds for 25 accumulations of the interframe difference. The resulting 8 seconds fall on 12 presented stimuli, which means an average delay or, on the contrary, an early transition (hereinafter the backlash time) of a state change approximately in the range of about 0.67 seconds for each stimulus.

For 50 accumulations of interframe difference, the desynchronization time approaches the integral 12 seconds, or 1 second for each stimulus.

For 100 accumulations of interframe difference, the desynchronization time approaches an integral 14 seconds, or 1.17 seconds per stimulus.

Note also that the difference between the columns of pretesting and basic testing is observed only for the minimum number of frame accumulation, $N = 25$ frames.

Dependence of PPR synchronicity on PESP = 5; 10; 15 s

In contrast to the monotonous and identical dependence obtained for different accumulation times, the change in PESP has a different type of dependence for neutral and multifactorial stimuli.

The dependence of desynchronization time of neutral stimuli on the period is close to the dependence on the accumulation frames (PESP increase leads to the increase in PPS desynchronization time).

For multifactorial stimuli, desynchronization time has a maximum at $\text{PESP} = 10$ seconds and decreases with an increase $\text{PESP} = 15$ seconds. The minimum desynchronization time between the stimulus and the response to it turned out to be at the minimum value of PESP.

PPR synchronicity dependence on the moment of stimuli start (min, max)

Figure 1 does not show significant changes in stimulus-response synchronization from the minimum or maximum PPS value at the beginning of testing. Despite the well-known processes of homeostasis and homeokinesis (Novoseltsev, 1978; Cacioppo et al., 2007), the synchronization of psychophysiological testing with internal chronobiological processes (Halberg, 1987) in the human body was not previously used in psychophysiological studies, probably due to for the difficulty of tracking the current PPS in real time. Vibraimage technology allows determining the PPS of a person and tracking its changes in real time, using various axes and coordinates (Minkin, 2017). The lack of synchronization between the stimulus and internal chronobiological processes leads to the need to repeat the presented stimuli many times (Drayton, 2009; Baur, 2006), since only the average estimate can be taken into account if the measured value changes significantly during the measurement (Novitsky, 1975). If vibraimage systems of the first and second generation (Minkin, 2021a), like other psychophysiological systems, did not use information about the subject's current PPS, and measurements were started at a random moment, then the VibraNLP system, depending on the selected settings, allows to start measuring in several positions of brain activity rhythm (Mnkin & Blank, 2019). At the maximum (more precisely, after 3 seconds of passing the maximum), at the minimum (after 3 seconds of passing the minimum) or at a random point of psychophysiological activity. Despite the fact that the synchronization of the measurement start to the minimum and maximum did not affect the amount of PPR desynchronization relative to the stimuli, we will consider the effect of the moment of the start of stimulus presentation on other characteristics of the PPS in the further sections of this work.

Dependence of information and energy components of PPS relative to the settings

Figure 2 shows a histogram dependence of information and energy components of PPS relative to the testing settings.

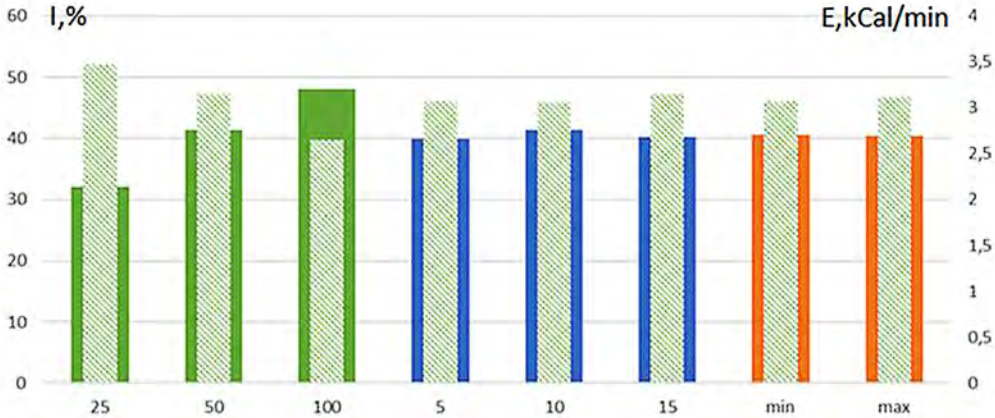


Fig. 2. Dependence of the information (I) and energy (E) components of the PPS relative to the testing settings. Information component (external column) and energy component (internal column). The horizontal axis shows testing settings (from left to right): N = 25; 50; 100 — the number of accumulation frames for interframe difference. PESP = 5; 10; 15. Min-Max — testing start from minimum or maximum PPS value. Mean values of desynchronization parameter obtained for 24 stimuli of 10 subjects (180 tests) are given

From the histogram shown in Figure 2 follows that the information and energy components of the PPS (Minkin, 2017; 2020) showed invariance to all settings used except for the number of frames for accumulating the interframe difference. The information component of the PPS turned out to be proportional to the number of accumulation frames, while the energy component was inversely proportional to the number of accumulation frames.

Dependence of BAP and IFS relative to the testing settings

Figure 3 shows a histogram of the dependence of brain activity period (BAP) and investigated factor score (IFS) relative to the testing parameters.

The group of subjects consisted of law-abiding citizens with no criminal record and unnoticed in political and terrorist activities. Therefore, IFS (Minkin, 2021b) (predisposition to terrorism) should be as high as possible and approaching score 5 for optimal settings of the psychophysiological testing method (5 — no predisposition to the factor, 0 — maximum dependence or predisposition to the factor under study). It is interesting to note the following revealed tendencies in the dependence of factor estimates on the study settings. The maximum IFS = 4.17 was detected for the start of testing upon presentation of stimuli with a period of 5 seconds (5). The minimum value of IFS = 4.16 and was obtained with a 10 second period of stimulus presentation. At the same time,

there was a clear dependence of the factor assessment also on the start time. When stimuli are presented from the minimum point of the PPS, the higher IFS = 4.13, and when stimuli are presented from the maximum point of the PPS, the lower IFS = 3.8.

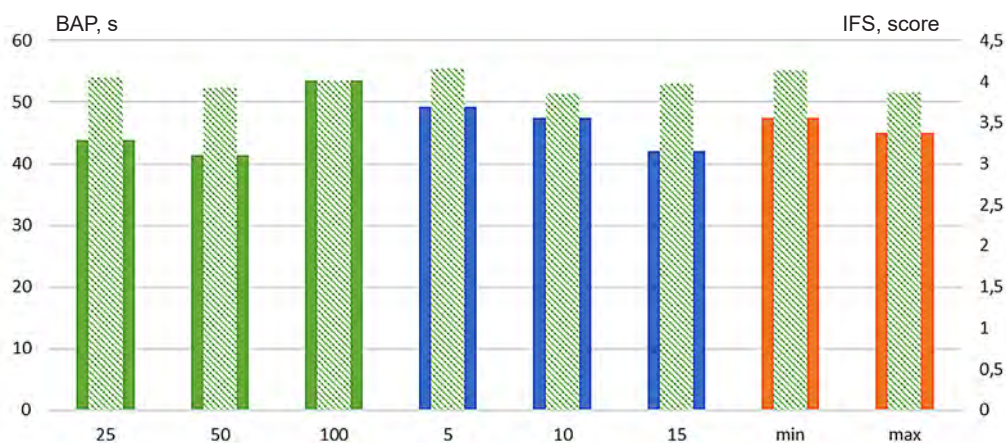


Fig. 3. Histogram of BAP (external column) and IFS (internal column) relative to testing settings. The horizontal axis shows testing settings (from left to right): $N = 25; 50; 100$ — the number of accumulation frames for interframe difference. $PESP = 5; 10; 15$. Min-Max — testing start from minimum or maximum PPS value. Mean values of desynchronization parameter obtained for 24 stimuli of 10 subjects (180 tests) are given

The maximum BAP value turned out to be at setting $N = 100$ and was 54.4 seconds. The minimum value of BAP was obtained when setting $N = 50$ accumulations of the interframe difference and was 41.4 seconds.

Note that the BAP turned out to be inversely proportional to the period of presentation of stimuli, although it did not show limiting values in the study.

The mathematical description of IFS shown in Figure 3 for the classical differential assessment of the psychophysiological response to paired stimuli is given in the work (Minkin, 2021b) presented at this conference.

Discussion

At the beginning of results discussion, note a noticeable scatter in PPR during the passage of this study, determined by various psychological types and age indicators of the subjects. To assess the parameters deviation, see Table 1, which shows not only the average values of psychophysiological parameters presented on previous Figures, but also the standard deviation (SD) for each parameter.

Starting analyzing the data from Table 1 from the final result or IFS in the right column, we see that the maximum estimate with the minimum spread (M-SD) was obtained when testing on $PESP = 5$. The second higher IFS is at the beginning of stimulus presentation from the minimum PPS point. Considering IFS maximum, as a confirmed fact that the subjects did not have a predisposition to terrorism, means that testing with

a PESP = 5, synchronously tied to the minimum PPS point, gives a noticeably more adequate and accurate result than the start, synchronously tied to the maximum point of the PPS, as well as to other periods of stimulus presentation.

Table 1

Average values of psychophysiological parameters (M) and standard deviation (SD) of parameters for carried out groups of measurements for different settings

M SD	[1-24]	[1-12]	[13-24]	avgl	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

The test is structured in such a way that the first 12 stimulus questions refer to neutral stimuli, and the next 12 stimulus questions identify the response to the factor stimulus. Moreover, the processing takes place both between pairs of neutral and multifactorial stimuli, and for all neutral against all multifactorial ones. When the interframe difference is accumulated over 100 frames, PPS is integrated in 20 seconds, which significantly exceeds the time of presentation of single stimuli with a 5–10-second presentation, however, 100 frames accumulation gives high IFS.

The fact is that, although such a blurring of the reaction makes it difficult to accurately assess of multifactorial stimuli, it better conveys the subject's impression of neutral and multifactorial stimuli. The addition of reactions occurs at the internal level of vibraimage technology, while the presentation of the shortest 5-second stimuli only enhances the influence of the unconscious attitude to the test subject. It was noted that the PPS of a subject significantly depends on his speed of reaction to stimuli, and irrelevant and relevant stimuli can affect changes in the PPS rhythm and the speed of reaction to stimuli in different ways.

The significant scatter of the measured psychophysiological parameters in Table 1 is caused not only by the individual characteristics of the subjects, but also by the method of averaging the results used in table 1 and when constructing histograms in Figures 1–3.

The presented results combine the values of psychophysiological parameters measured at different settings of vibraimage systems. For example, on Figure 1, the leftmost column $N = 25$ shows the average value of the stimulus-PPR desynchronization obtained during measurements with different stimulus presentation periods $T = 5, 10, 15$ seconds, as well as when the stimuli start from the minimum and maximum positions of PPS.

Naturally, such a combination of various settings, most likely, reduces the significance of the recorded changes. But if, even with such a combination of different settings, the difference in values is visually noticeable, then this was the subject of further research described in subsequent works (Minkin, 2021b; Minkin & Blank; 2021), also presented at this conference. For example, the difference between IFS (Fig. 3) estimates at the start of stimuli from the minimum and maximum PPS values, is only 0.27 scores. While in the work (Minkin, 2021b) it is shown that for fixed values of settings (max_25_5; min_25_5) this difference is already 1.6 points (3.7 — max; 4.3 — min).

Figure 4 shows an example of the time dependence of psychophysiological signals in response to neutral stimuli recorded by VibraNLP program upon presentation of the LOF05_NLP questionnaire with a pronounced sinusoidal response of the subject to paired stimuli.

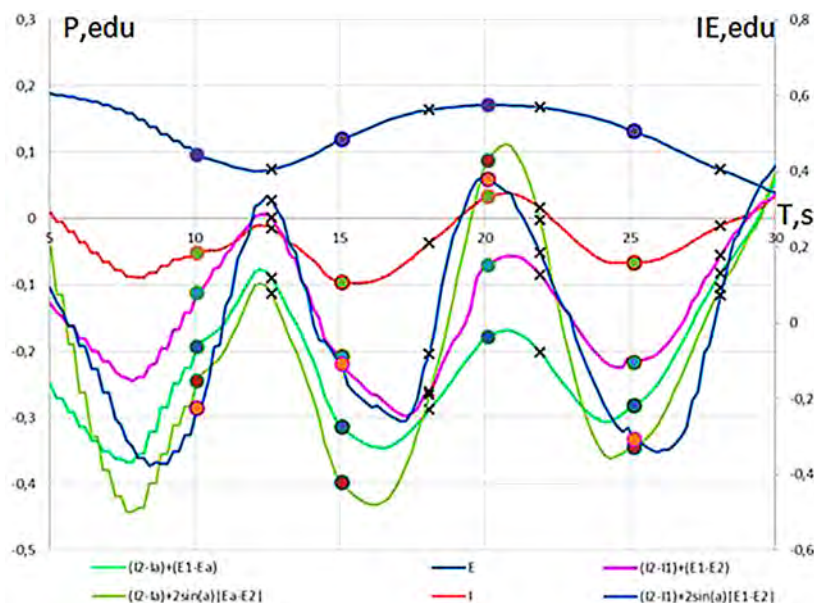


Fig. 4. PPS calculation by various equations. PPR for neutral stimuli. Point mark indicates the moment of stimuli presentation, a cross indicates the response time to a stimulus. PESP = 5 seconds. VibraNLP program, LOF05_NLP questionnaire, file M, IEP page

From Figure 4, it follows that various calculations of the current PPS, determined on the basis of the information and energy components of the PPS, may differ slightly in level, but the general trend of the PPS change slightly changes from used equations, shown in the right side of Figure 4.

Figure 5 shows the transition from neutral stimuli to multifactorial ones and the change in PPS during the entire test, the beginning of which shown on Figure 4. The transition is characterized by a significant decrease in the amplitude of the PPS changes, a person becomes more tense upon presentation of multifactoreal stimuli.

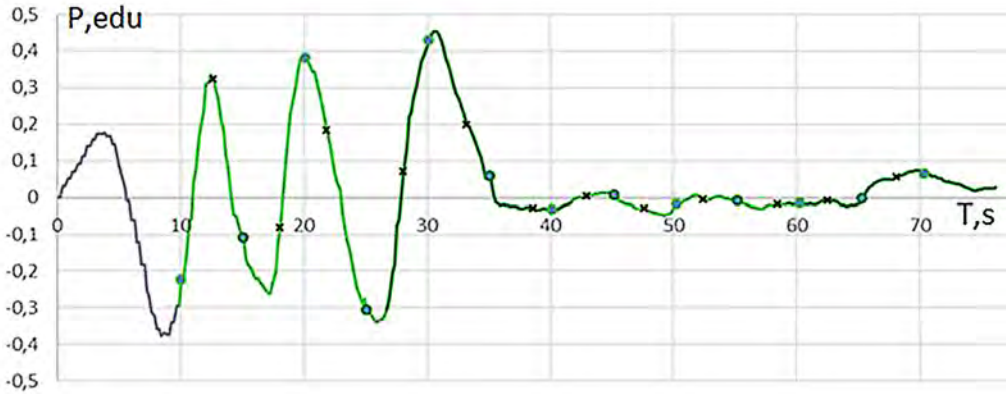


Fig. 5. Time dependence of PPS during testing with 12 stimuli questionnaire LOF05_NLP. Point mark indicates the moment of presentation of stimuli, a cross indicates the response time to a stimulus. PESP = 5 seconds. VibraNLP program, file M, page IEG

Fourier spectrum of the PPS during testing the subject with the detailed dynamics shown in Figures 4 and 5 is shown in Figure 6.

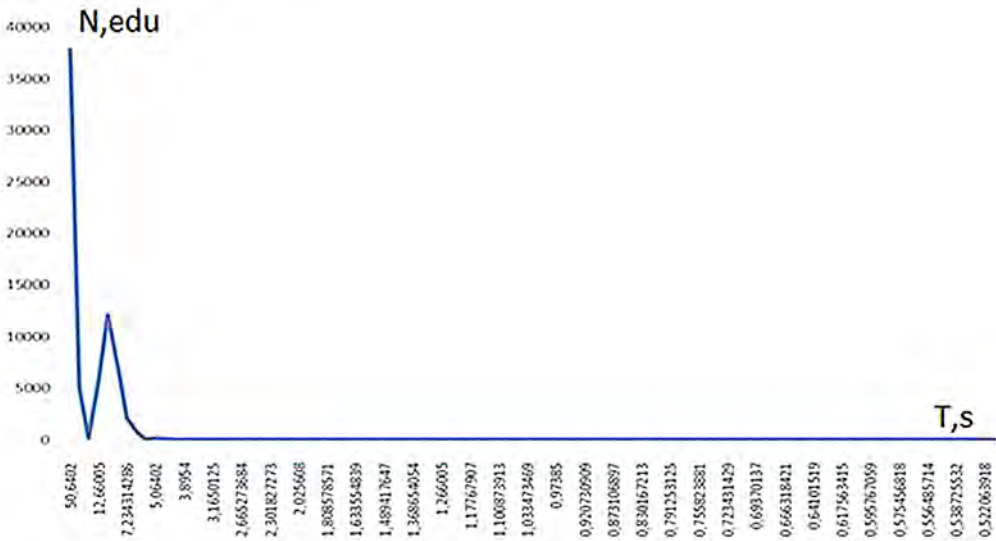


Fig. 6. Fourier spectrogram of the PPS during testing. PESP = 5 seconds. VibraNLP program, file M, page FFT

The local maximum on the spectrogram (10 s) in Figure 6 approximately coincides with the doubled $PESP = 5$. It follows from Figures 4 and 5 that the subject (woman, 39 years old) has a good reaction and manages to answer questions a couple of seconds before the end of the stimulus presentation, which not all subjects were able to do when the stimuli were presented for 5 seconds. Sometimes the subjects did not have time to answer the presented question in time. The lack of an answer to the stimulus question does not affect the calculation of the result according to the developed methodology of VibraNLP program, since the result is determined precisely by the psychophysiological response to the stimulus, and not by the conscious response to it.

It turns out a relatively paradoxical thing, in order to identify the subject's correct response to stimuli, it is necessary to turn off the subject's consciousness, then the unconscious response more adequately reveals the subject's true attitude to stimuli. Moreover, for this it is not necessary to present stimuli in a latent form, such as 25-frame technology (Loftus & Klinger, 1992); it is enough to minimize the time of stimulus presentation to 5 seconds and offer the correct sequence of stimuli and coordinated processing.

Initially, it was planned to conduct a series of experiments for each subject with a lack of synchronization between the presentation of stimuli and the change in PPS. Moreover, this mode presents in VibraNLP program. However, testing the subject in the current mode takes 18 psychophysiological tests, lasts about 2 hours, which leads to noticeable fatigue of the subject. The addition of 9 more tests in the absence of synchronization increased the testing time by another hour, which led to an even more noticeable change in PPS relative to the beginning of testing and distortion of the results. Therefore, in this study, I decided to abandon testing without synchronization, especially since such testing was repeatedly carried out by second-generation vibraimage systems and their results were described in sufficient detail earlier (Minkin, 2020).

Obtained results allow looking optimistically at the possibility of conducting short tests with the presentation of a significant number of stimuli. For example, 12 stimuli in 60 seconds are able to reveal the latent hostile intentions of a subject, which will allow using the developed technology in security systems and providing 100% passenger's control of arrivals at airports or at state borders.

The developed VibraNLP program is publicly available on the Psymaker website (psymaker.com) and allows everyone to conduct their own research, including creating their own questionnaires and incentives.

The studies carried out in this work have shown general tendencies in the dynamics of the psychophysiological responses of the subjects to the stimuli presented. Moreover, I deliberately mixed different settings in one study to show that it is impossible to consider the result without reference to the method and the settings of vibraimage system. It was shown that the settings of the accumulated frames $N = 25; 50; 100$ in vibraimage system significantly affect the results. As well as external conditions, first, $PESP = 5; 10; 15$ s has also significant impact on the results. In addition, the synchronization of stimulus presentation with chronobiological processes and the onset of stimulus presentation have a significant effect on the result obtained. On the one hand, such a number of multidimensional dependencies in vibraimage technology from various factors complicates research for non-specialists, however, understanding the ongoing

technical and psychophysiological processes allows one to achieve an unambiguous result that is unattainable for other psychophysiological detection technologies.

Thus, this work outlined the most promising areas of research, more fully disclosed in further works, also presented at this conference on synchronizing stimulus information with chronobiological processes (Minkin & Blank, 2021) and minimizing the period of external stimuli presentation at optimal fixed settings (Minkin, 2021b).

Conclusion

The studies of PPR dynamics of the subjects to various stimuli (insignificant-irrelevant-neutral, significant-relevant-multifactorial) showed noticeable changes from PESP. The proposed method of adaptive testing with the selection of individual stimuli for each subject has shown its effectiveness in studies with multiple presentation of similar and different stimuli.

The results shown insignificant changes in the accuracy of IFS predisposition detection (predisposition to terrorism) with a decrease in PESP from 15 to 5 seconds during adaptive testing by pretesting and basic testing.

Probably, the accuracy and stability of predisposition detection to investigated factor (predisposition to terrorism) increases with the introduction of biofeedback (synchronization of the presentation of stimuli with a chronobiological process — BAP) and the start of testing at the lowest point of the current PPS. The results of psychophysiological testing accuracy with a decrease in PESP from 15 to 5 seconds should be checked with fixed settings and is worthy of separate study. It may be necessary to develop special algorithms to improve the accuracy for presenting stimuli with a minimum period. Since vibraimage technology based on the processing of big data, each result obtained should be considered in direct connection with a specific algorithm and settings, in this case it would be transparent and repeatable.

Based on this study, it was decided to conduct the additional studies of IFS dependence on stimuli start moment and PESP with the fixed settings of vibraimage system (Minkin, 2021b) and the relationship between chronobiological processes and PPR (Minkin & Blank, 2021). These papers also presented on VIBRA2021 conference.

References:

1. Baur, D. J. (2006) Federal Psychophysiological Detection of Deception Examiner Handbook, Counterintelligence Field Activity Technical Manual.
2. Cacioppo, G. T. et al. (2007) Handbook of Psychophysiology, Cambridge University Press.
3. Danilova, N. N. (2012) Psychophysiology: textbook. Moscow: Aspect Press (In Russ.)
4. 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>
5. Halberg, F. (1987) Perspectives of Chronobiologic Engineering, NATO ASI Series, Vol. 120, pp. 1–46.
6. Lewin, (1935) A Dynamic Theory of Personality, Selected Papers. McGRAW-HILL Book Company, New York and London.
7. Loftus, E. F., Klinger, M. R. (1992) Is the Unconscious Smart or Dumb?, American Psychologist, Vol. 47, No. 6, pp. 761–765.

8. 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>
9. Minkin, V. A. (2017a) *VibraImage*. St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VI.2017>
10. Minkin, V. A. (2017b) Method for Assessing the Psychophysiological State of a Person, RU 2695888, IPC A61B 5/11. Appl. 03.24.2017, Publ. 07/29/2019, Bul. 22.
11. Minkin, V. A., Nikolaenko, Y. N. (2017) *Vibraimage and Multiple Intelligences*. St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VIMI.2017>
12. 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>
13. Minkin, V. A. (2019) On the Accuracy of Vibraimage Technology, *Proceedings of the 2nd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology (English Edition)*. 25–26 June 2019, St. Petersburg, Russia, pp. 212–223. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.14>
14. Minkin, V. A., Blank, M. A. (2019) Psychophysiological Formation of the Period of Brain Activity, *Proceedings of the 2nd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology*. 25–26 June 2019, St. Petersburg, Russia, pp. 148–156. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.19>
15. Minkin, V. (2020a) *Vibraimage, Cybernetics and Emotions*. St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VCE.2020>
16. Minkin, V. A. et al. (2020) Method of Psychological and/or Psychophysiological Testing. Application No. 20200118568 for a patent of the Russian Federation. Elsys Corp, Appl. May 2020.
17. Minkin, V. A., Nikolaenko, Y. N. (2020) Adaptive Psychological Testing. Combination of Pre-Testing and Basic Testing in Neuro-Linguistic Profiling, *Proceedings of the 3rd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology*, 25–26 June 2020, St. Petersburg, Russia, pp. 204–212. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.02.VC3.EN>
18. Minkin, V. A. (2021a) Three Generations of Vibraimage Systems, *Proceedings of the 4th International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology*, 24–25 June 2021, St. Petersburg, Russia, pp. 223–231. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.EN.01>
19. Minkin, V. A. (2021b) Calculation of Psychophysiological Responses to Multifactorial Stimuli in the Adaptive Questionnaire of Personality Characteristics Dispersion into Independent Components. Kuleshov Effect Comeback to Psychophysiology, *Proceedings of the 4th International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology*. 24–25 June 2021, St. Petersburg, Russia, pp. 257–268. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.EN.04>
20. Minkin, V. A., Blank, M. A. (2021) Psychophysiology and Homeokinesis. Synchronization of Stimuli Presentation to Chronobiological Processes, *Proceedings of the 4th International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology*. 24–25 June 2021, St. Petersburg, Russia, pp. 269–280. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.EN.05>
21. Nikolaenko, Y. N. (2020) Stimuli Development and Approbation for Adaptive Testing of Various Extremism Forms, *Proceedings of the 3rd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology*. 25–26 June 2020, St. Petersburg, Russia, pp. 232–237. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.07.VC3.EN>
22. Novitsky, P. V. (1975) *Electrical Measurements of Non-electrical Quantities*. Leningrad: Energy. (In Russ.)
23. Novoseltsev, V. N. (1978) *Cybernetics and Biosystems*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
24. 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>
25. Plato (1990) *Cratyl*. Collected Works in Four Volumes. Moscow: Academy of Sciences of the USSR Institute of Philosophy, Musl, Vol. 1. (In Russ.)

Calculation of Psychophysiological Responses to Multifactorial Stimuli in the Adaptive Questionnaire of Personality Characteristics Dispersion into Independent Components. Kuleshov Effect Comeback to Psychophysiology

Viktor A. Minkin

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

Abstract: *Given equations for the assessment of subject's predisposition to multifactorial stimuli during adaptive testing by vibraimage system (VibraNLP). Typical dependences of brain activity during stimuli presentation controlled by consciousness (the period of stimuli presentation more than 16 seconds) and with partial transfer of consciousness functions to unconscious processing (period of stimuli presentation 5–15 seconds) are given. The calculation of psychophysiological responses to paired stimuli with partial functions transfer of consciousness to unconscious processing has been corrected. Various options for calculating the conscious and unconscious responses of a subject to stimuli are presented. Brain activity period used as an indicator of the relationship between the conscious and the unconscious processing. Shown that a significant increase in brain activity period relative to the double period of stimulus presentation indicates the transfer of conscious functions processing to unconscious and intuitive processes. The accurate assessment of subject predisposition to the investigated factor for short testing time (stimulus period of 5 seconds) and standard testing time (stimulus presentation period of more than 16 seconds) were confirmed.*

Keywords: *vibraimage, psychophysiology, chronobiology, response to stimulus, brain activity period, comparative testing, conscious and unconscious response, multiple intelligences, Kuleshov effect.*

Introduction

At this conference presented several works devoted to theoretical and empirical studies of the influence of the process of changing brain activity on the psychophysiological reactions of the subject. The first work analyzed the influence of the period of external stimuli presentation (PESP) and other program settings on the psychophysiological responses (PPR) of a subject (Minkin, 2021a). The aim of the second study (Minkin & Blank, 2021) was research mutual synchronization of chronobiological rhythms (Halberg, 1969; Minkin & Blank, 2019) of subject conscious and unconscious responses to periodic stimuli. The results obtained in these works complement early studies with vibraimage technology (Minkin, 2007; 2020; Minkin & Nikolaenko, 2008) and require the creation of a new mathematical apparatus and mathematical models to determine the subject's response to stimuli.

In classical psychophysiology, it is customary to separate the response between consistent stimuli and wait for the subject's psychophysiological state to return to

its original state after the presentation of the first stimulus (Cacciopo, 2007; Baur, 2006). However, Kuleshov effect has been known for a long time (Kuleshov, 1929; Prince & Hensley, 1992; Bruni, 2015), which argued that the subsequent frame (stimulus) changes the meaning of the previous one. In psychophysiology, this means that after the presentation of a significant stimulus, the psychophysiological state of a subject does not return to its previous state in the near future, which was also confirmed in a number of studies by vibraimage technology (Minkin & Myasnikova & Nikolaenko, 2019). Thus, the analysis of the psychophysiological response to a stimulus should be considered not as a single ideal phenomenon (Tao & Tan, ed. 2009; Giannakakis et al., 2019), but as a process interconnected with internal chronobiological rhythms constantly occurring in the human body and with external stimuli taking into account their semantic and informational load. In the works (Minkin & Mynikova, 2017; Minkin & Myasnikova & Nikolaenko, 2018), it was proved that not only a new stimulus can change the meaning of the previous one, but the previous stimulus also determines the direction and magnitude of the change in the following psychophysiological response, since all psychophysiological responses are different deviations from the integral center of psychophysiological state.

Those the psychophysiological response to the stimulus should be assessed not by a single response, but by the change in amplitude over the period of the psychophysiological state (PPS) change. In vibraimage technology, fluctuations of PPS relative to the center of mass under the influence of stimuli are measured in the form of temporal or information-energy dependences, the ideal form of which is presented in Figures 1 and 2 follows below.

Vibraimage programs of the first and second generation (Minkin, 2021b) analyzed the response to stimuli at the intervals between stimuli adopted in modern psychophysiology. However the third-generation adaptive program VibraNLP (Minkin & Nikolaenko, 2020), which determines the profile of multiple intelligences (MI) during preliminary testing (Minkin & Nikolaenko, 2017), allows to conduct psychophysiological studies in different time ranges, which should also be taken into account when developing a mathematical apparatus for psychophysiological reactions analyzing.

The aim of this work is to develop and modify a mathematical and stimulus algorithm that takes into account the dividing of personality characteristics into independent components at the stage of pretesting by an adaptive program, including irrelevant questions and stimuli. Than on basic test to modify processing by comparison of irrelevant and relevant psychophysiological response to multifactorial stimuli to predict a subject predisposition to the investigated factor and to calculate investigated factor score (IFS).

Materials and Methods

The study includes 20 subjects (10 men and 10 women, age 21–70 years old, Caucasian race) using vibraimage technology (Minkin, 2007; 2020) with the VibraNLP program (Minkin & Nikolaenko, 2020) with default settings.

The calculation of PPR assessment to paired stimuli and predisposition to the factor under study was carried out according to the following formulas:

1. MI+, F+ for integral (conscious + unconscious) PPR (main result)

MI+ reduced total PPR for MI stimuli (sum of blue bars divided by the sum of blue and red bars) in VibraNLP program Final page (Minkin & Nikolaenko, 2020).

$$MI+ = \frac{\sum_1^6 MI_i}{\sum_1^6 (MI_i + F_i)}$$

Where: MI+ shows the ratio of the integral PPR for MI stimuli to the total PPR during testing;

F+ reduced total PPR on MI stimuli (sum of blue bars divided by the sum of blue and red bars)

$$F+ = \frac{\sum_1^6 F_i}{\sum_1^6 (MI_i + F_i)}$$

Where: F+ shows the ratio of the integral PPR for the Factor stimuli to the total PPR during testing.

Test passing criteria:

$$(MI+) - (F+) > 0 \text{ NDI}$$

The subject has no predisposition to the investigated factor (score 1) if his PPR for neutral MI stimuli is greater than for the Factor's stimuli. In the opposite case, the assessment of the predisposition to current IFS is 0.

2. MI(3), F(3) for integral (conscious + unconscious) PPR (main result).

MI(3) reduced total PPR for significant MI stimuli for three maximum responses to MI stimuli (the sum of 3 maximum blue bars divided by the sum of 3 maximum blue bars and the corresponding red bars)

$$MI(3) = \frac{\sum_1^3 MI_s}{\sum_1^3 (MI_i + F_i)}$$

Where: MI (3) shows the ratio of the integral PPR for significant MI stimuli to the total PPR during testing.

$F(3)$ is the reduced total PPR for significant Factor stimuli for the three maximum responses to Factor stimuli (the sum of 3 blue bars corresponding to the maximum red bars, divided by the sum of the 3 maximum blue bars and the corresponding red bars).

$$F(3) = \frac{\sum_1^3 F_s}{\sum_1^3 (MI_s + F_s)}$$

Test passing criteria:

$$MI(3) - F(3) > 0 \text{ NDI}$$

The subject has no predisposition to the investigated factor (score 1) if his PPR is by 3 leading MI stimuli more than the PPR from the corresponding Factor stimuli. In the opposite case, the assessment of the predisposition to current IFS is 0.

3. MI + (IE), F + (IE) the calculation of this parameter is similar to the calculation of the previous parameter $MI(3)$, $F(3)$ only the psychophysiological responses are summed up over 6 relevant pairs of MI and 6 pairs of multifactorial stimuli responses without conscious responses.

The subject has no predisposition to the investigated factor (score 1) if his total PPR for all 6 MI stimuli is greater than the total PPR for multifactorial stimuli.

4. MI(3IE), F(3IE) for stimuli of unconscious PPR (tables — IE Result, Main Result).

$MI(3IE)$ reduced unconscious PPR to MI stimuli (the sum of blue bars divided by the sum of blue and red bars of the unconscious reaction).

$$MI(IE) = \frac{\sum_1^6 MI(IE)_i}{\sum_1^6 (MI(IE)_i + F(IE)_i)}$$

Where: $MI(3IE)$ shows the ratio of the integral PPR for 3 significant MI stimuli to the total PPR during testing.

$F(3IE)$ is the reduced total PPR for significant stimuli for the three maximum responses to Factor stimuli (the sum of 3 blue bars corresponding to the maximum red bars, divided by the sum of the 3 maximum blue bars and the corresponding red bars).

$$F(IE) = \frac{\sum_1^6 F(IE)_i}{\sum_1^6 (MI(IE)_i + F(IE)_i)}$$

Test passing criteria:

$$MI(IE) - F(IE) > 0 \text{ NDI}$$

The subject has no predisposition to the investigated factor (score 1), if his unconscious PPR for MI stimuli is greater than that for the Factor's stimuli.

$$MI(IE) - F(IE) < 0$$

$$F(U) - F(S) > 0 \text{ NDI}$$

A subject has no predisposition to the investigated factor (score 1), if his unconscious PPR for corresponding of MI stimuli is greater than PPR for significant stimuli of the Factor. In the opposite case, the assessment of the predisposition to current IFS is 0.

5. F(U), F(S) for the stimuli of the unconscious PFR (tables — IE Result, Main Result).

F(U) reduced total unconscious response to 3 insignificant factor stimuli.

$$F(U) = \frac{\sum_{u=1}^3 F(IE)_u}{\sum_{i=1}^6 F(IE)_i}$$

Where: F(U) shows the total response to insignificant stimuli of the factor. The significance of the factor stimuli is determined by the unconscious response to the MI stimuli.

F(S) reduced total unconscious response to 3 significant factor stimuli.

$$F(S) = \frac{\sum_{s=1}^3 F(IE)_s}{\sum_{i=1}^6 F(IE)_s}$$

Where: F (S) shows the total response to significant stimuli of the factor. The significance of the factor stimuli is determined by the unconscious response to the MI stimuli.

Test passing criteria:

$$F(U) - F(S) > 0 \text{ NDI}$$

The subject has no predisposition to the investigated factor (score 1), if his unconscious PPR for insignificant stimuli of the Factor is greater than that of PPR for significant stimuli of the Factor.

The high sensitivity of the subject's PPR to insignificant stimuli of the factor indicates the absence of dependence on the Factor.

Thus, 5 independent assessments of the subject's predisposition to the investigated factor are determined.

The main result of psychophysiological testing is the investigated factor score (IFS) showing the predisposition of a subject to the investigated factor, which includes the sum of all 5 independent assessments, each of which gives 1 point in the absence of the subject's predisposition to the investigated factor, or 0 in the presence of such a predisposition. Thus, the complete absence of predisposition to the investigated factor is estimated at 5 scores, and the complete dependence of the subject on the factor will give a zero score.

Results

The described method of psychophysiological testing is based on obtaining a single assessment of the paired stimulus, and in the work (Minkin & Myasnikova & Nikolaenko) it was shown that it is not necessary to use oppositional stimuli in a pair. The reverse direction of movement and regulatory fluctuations relative to the center of the PPS occurs both with sequential presentation of oppositional and non-oppositional stimuli when adjusting the rhythm of brain activity to PESP. The ideal picture of the PPS response to a paired stimulus, displayed in time coordinates and information-energetic axes, is shown in Figure 1.

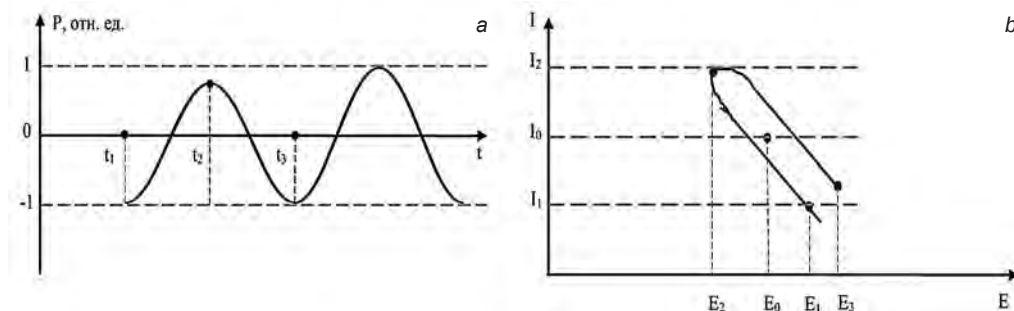


Fig. 1. Ideal psychophysiological response to stimuli, displayed along the time axis (a) and in the information-energetic axes (b).

T1 is the moment of the beginning of the presentation of the first stimulus, T2 is the moment of the beginning of the presentation of the second stimulus, T3 is the moment of the beginning of the presentation of the third stimulus, I0 E0 are the coordinates of the center of the PPS, relative to which the current PPS oscillates

A slightly different amplitude of the PPS change for the first and second periods (Fig. 1) characterizes the different psychophysiological reaction of the subject to the stimuli presented. Of course, the real change in PPS does not occur as evenly as in the presented ideal Figure 1. Figure 2 shows the change in PPS measured by the VibraNLP program in the same axes during real testing with 24-stimulus questionnaire LOfl5.ldq with PESP of 15 seconds.



Fig. 2. Real psychophysiological response to stimuli, displayed along the time axis (a) and in the information-energy axes (b). The result of current PPS, file M, VibraNLP program, testing with the LOF15.Idq questionnaire

For the classical methods of psychophysiological testing with a high level of PESP, the paired response was calculated as the difference between the first and second responses to stimuli (Minkin & Nikolaenko, 2017), since the directions of PPS changes during the first and second stimuli were mainly opposite. In this case, BAP is close to the doubled PESP and is approximately 30 seconds (Minkin, 2020).

In the work presented at this conference (Minkin, 2021a), was shown that in most cases, a decrease in PESP of the same stimuli leads to an increase in BAP, since consciousness cannot cope with the processing of incoming information and transfers part of the functions for analyzing stimuli to the unconscious physiological processes. If BAP increases and the ISPP decreases, then this naturally leads to the fact that during the regulatory fluctuations of the PPS, there are several stimuli per deviation in one direction from the center.

Even if BAP does not increase, but slightly decreases, it still cannot catch up with the reduced period of presentation of stimuli, and there are several stimuli for one half-period of the PPS change. A schematic picture of the change in brain activity for several stimuli with a shift in processing from consciousness to unconscious shown on Figure 3.

In the case of transferring the processing of stimulus information from consciousness to the unconscious, there are several stimuli for one drop in the change in brain activity from minimum to maximum (or from maximum to minimum), as shown in Figure 3.

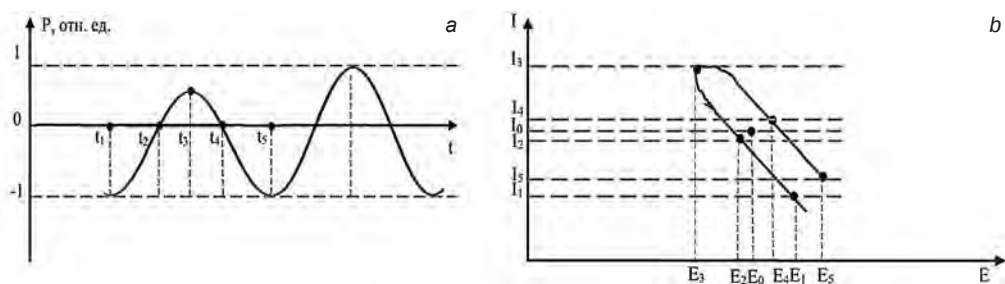


Fig. 3. Schematic PPR to stimuli, displayed along the time axis (a) and in the information-energy axes (b).

T_1 is the moment of the first stimulus presentation start, T_2 is the moment of the beginning of the presentation of the second stimulus, T_3 is the moment of the beginning of the presentation of the third stimulus, I_0 E_0 are the coordinates of the PPS center, relative to which the current PPR oscillates

The real picture of the transfer of functions from consciousness to the unconscious with a change in the PPS close to sinusoidal is shown in Figure 4 for a reduced PESP relative to the possibilities of conscious processing.

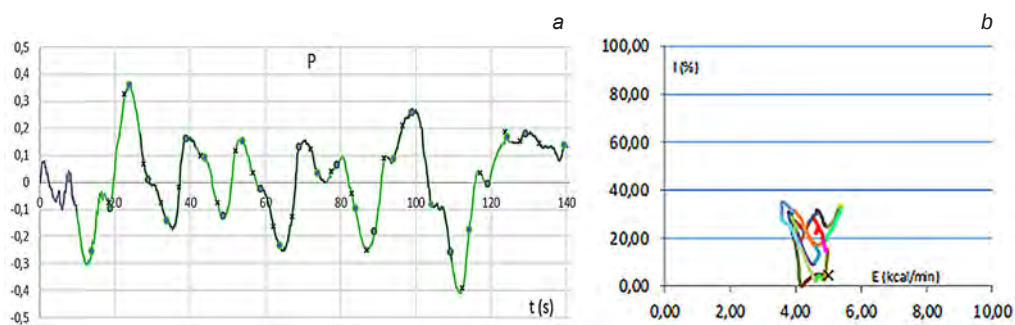


Fig. 4. Typical psychophysiological response to stimuli, displayed along the time axis (a) and in the information-energy axes (b) when transferring conscious processing to unconscious processes.

T_1 is the moment of the beginning of the presentation of the first stimulus, T_2 is the moment of the beginning of the presentation of the second stimulus, T_3 is the moment of the beginning of the presentation of the third stimulus, I_0 E_0 are the coordinates of the center of the PPS, relative to which the current PPS oscillates

It turns out that for such PPS (with a processing bias towards unconscious physiological processes), the usually used differential algorithm for evaluating paired stimuli ceases to work correctly (Minkin & Nikolaenko, 2017; Minkin & Myasnikova & Nikolaenko, 2019) and it needs to be replaced with a total assessment of the PPS change modules for paired stimuli. Most likely, this is what caused the decrease in IFS with a decrease in PESP from 15 to 5 seconds, shown in (Minkin, 2021a). Figure 5 shows the IFS-BAP histograms obtained by various algorithms — differential to paired stimuli (a) and summation of paired stimuli modules (b).

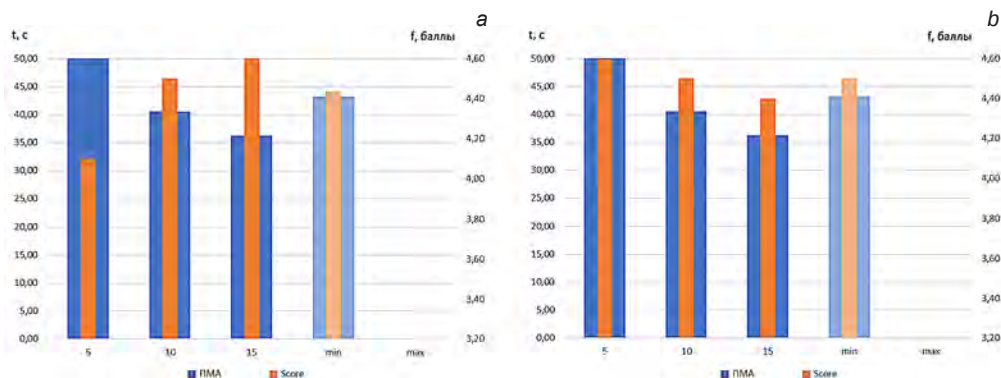


Fig. 5. Dependence of BAP and IFS (with different algorithmic calculations of paired stimuli) on the PESP (5, 10, 15 s) at the start of program stimuli with Min PPS at fixed program settings. $N = 25$. The left vertical axis is the BAP, the right vertical axis is the IFS (Score)

The results on Figure 5 show that the dependence of IFS on the PESP is opposite in the differential and total algorithm for calculating paired stimuli. The maximum $IFS = 4.6$ with the traditional differential algorithm for calculating paired stimuli (Fig. 5a) corresponds to the maximum $PESP = 15$ s, which corresponds to the previously known results (Minkin, 2020). However, when the PESP is reduced to 5 and 10 seconds, the differential calculation algorithm stops working correctly, which leads to a decrease in IFS.

In contrast to the traditional differential algorithm for calculating the PPR for paired stimuli, the summary algorithm shows a higher (and therefore correct) score for the response (also 4.6) to paired stimuli with a minimum of PESP.

Discussion

The famous Russian film director and theorist of cinematography Lev Kuleshov argued that editing is the basis of cinematography (Kuleshov, 1929). Almost a hundred years later after Kuleshov effect discovery, it became obvious to me that montage is also one of the psychophysiological testing foundations. The results of this article show, the psychophysiological response to presented stimuli largely depends on the sequence of stimuli and the duration of their presentation. It seems that from a scientific point of view, cinema and psychophysiology solve similar problems.

The task of cinematography is to change the psychophysiological state of the audience due to visual and audio stimuli, and the greater PPS changes of audience occurs during the film and at the end of the film, the more audience would be next and the greater the box office receipts. Cinematography is clearly ahead of psychophysiology in its development, the best films have hundreds of millions of views, therefore, the development of a stimulus series in modern cinema is significantly superior to modern psychophysiological tests.

The task of almost any psychophysiological testing with the presentation of stimuli is to divide the subject's personality into component characteristics (Nikolaenko, 2020). Ideal external stimuli decompose the personality into independent components in the same way as an optical prism decomposes white light into different color spectra. More correct stimuli selection gives clearer responses of the subjects, the optimal task of testing is to decompose personality characteristics into the minimum number of independent components that cover all the properties of the personality.

As in technology, spectral analysis allows to reveal the smallest content of any impurity, so in psychophysiology, correctly selected multifactorial stimuli allow you to identify the smallest pathology of consciousness and unconsciousness, any predispositions and inclinations of a person's character. Psychophysiological laws are just as objective as physical ones, the only difference is that it is necessary to jointly consider the processes of consciousness and the unconscious, and not to be isolated on each of them separately.

The fact that the conscious information processing can be nonlinear (Penrouse, 1994) does not exclude their physical nature and does not interfere with their physical processing, this is how any neural network works (Novoseltsev, 1978). Unconscious information processing processes can most likely be both linear and non-linear or intuitive. Although there is still a long way to go before the creation of standard stimulatory multifactorial

prisms that unambiguously decompose a personality into a spectrum, this does not mean that the proposed path is wrong.

The consideration of dynamic responses of consciousness and unconscious should lead to better understanding of the personality. It is necessary to conduct massive research with the registration of dynamic dependences of conscious and unconscious responses to stimuli. Only an integrated approach can provide an understanding of statistical patterns and objective components of a person's personality. A separate measurement of psychophysiological parameters, prevailing in psychophysiology at the present time (Tao & Tan, ed. 2009; Zhou et al., 2011; Giannakakis et al., 2019), does not contribute to the understanding of general patterns between conscious and unconscious, due to the huge number of feedbacks between these processes.

IFS dependences on the PESP shown in Figure 5, of course, need to be confirmed using more statistical material. However, the obtained result is quite interesting, since it shows the possibility of having the same group testing $IFS = 4.6$ with a minimum $PESP = 5$ seconds as with a large 15-second period. In this case, it is necessary to change the algorithm for calculating the response to paired stimuli.

This is probably due to the fact that with a decrease in the PESP, an increase in BAP occurs and the physiology of the subject's response to stimuli changes. There is a redistribution of functions from consciousness to unconscious or intuitive processes of evaluating stimuli. It is possible that the absolute coincidence of the maximum BAP determined by the PPR for different calculation algorithms is a random phenomenon, but the tendency for the BAP to change from the PESP is hardly random, since it is also confirmed on a much larger sample with different program settings, although not so clearly expressed (Minkin, 2021a).

The research carried out, of course, does not answer all the questions concerning the work of consciousness. In my opinion, it allows one to measure the dependences connecting conscious and unconscious PPR with dynamic characteristics, external factors and open algorithms for measuring psychophysiological characteristics while combining the inseparable issues of chronobiology and psychophysiology. Carrying out a similar study with the help of other physiological signals could supplement the information obtained by vibraimage technology.

Conclusion

The need to take into account chronobiological signals and synchronize external stimuli to BAP for correct measuring of PPR, shown in (Minkin & Blank, 2021), is confirmed by the results of this work.

It is shown that the amount of information processed by a person affects the organization of its processing; with an increase in the input information flow, part of the processing functions are transferred from conscious reactions to unconscious ones. For complex visual and textual stimuli, such a transmission process occurs (for most of the subjects) when the PESP decreases below 16 seconds. At the same time, there are subjects for whom PESP threshold is much lower and can be 3–5 seconds.

The research of various options for calculating subject's PPR for paired stimuli, depending on BAP, open additional possibilities for the practical analysis of personality characteristics and a person's predisposition to investigated factor. BAP is the indicator of relationship between conscious and unconscious physiological processes during testing. A significant increase in BAP relative to the double PESP indicates the transfer of the functions from conscious processing to unconscious and intuitive processes.

The obtained results confirm the possibility of minimizing the testing time (up to 5 seconds per stimulus) for study the subject's IFS predisposition while maintaining (90–95)% accuracy of obtaining the result (Minkin, 2019) relative to the standard testing time with PESP higher 16 second per stimulus. The total testing time with the presentation of 12 stimuli (6 neutral and 6 multifactorial) can be 60 seconds while maintaining an acceptable accuracy in assessment of subject's IFS.

References:

1. Baur, D. J. (2006) Federal Psychophysiological Detection of Deception Examiner Handbook, Counterintelligence Field Activity Technical Manual.
2. Bruni, P. T. (2015) Re-Examining the Kuleshov Effect, Bachelor of Science, University of Pittsburgh.
3. Cacioppo, G. T. et al. (2007) Handbook of Psychophysiology, Cambridge University Press.
4. 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>
5. Halberg, F. (1969) Chronobiology, Annual Review of Physiology, Vol. 31, pp. 675–726 (Volume publication date March 1969). <https://doi.org/10.1146/annurev.ph.31.030169.003331>
6. Kuleshov, L. (1929) Cinema Art. TEM-Kino-Print.
7. 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>
8. Minkin, V. A. (2017) VibraImage. St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VI.2017>
9. Minkin, V. A., Nikolaenko, Y. N. (2017) Vibraimage and Multiple Intelligences. St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VIMI.2017>
10. 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, pp. 218–239. <https://doi.org/10.4236/jbbs.2018.85015>
11. Minkin, V. A. (2019) On the Accuracy of Vibraimage Technology, Proceedings of the 2nd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology (English Edition). 25–26 June 2019, St. Petersburg, Russia, pp. 212–223. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.14>
12. Minkin, V. A., Blank, M. A. (2019) Psychophysiological Formation of the Period of Brain Activity, Proceedings of the 2nd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology, 25–26 June 2019, St. Petersburg, Russia, pp. 148–156. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.19>
13. 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 Psychophysiology. The Vibraimage Technology (English Edition), 25–26 June 2019, St. Petersburg, Russia, pp. 47–80. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.20>

14. Minkin, V. (2020a) Vibraimage, Cybernetics and Emotions. St. Petersburg: Renome.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VCE.2020>
15. Minkin, V. A., Nikolaenko, Y. N. (2020) Adaptive Psychological Testing. Combination of Pre-Testing and Basic Testing in Neuro-Linguistic Profiling, Proceedings of the 3rd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology, 25–26 June 2020, St. Petersburg, Russia, pp. 204–212. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.02.VC3.EN>
16. Minkin, V. A. (2021a) Psychophysiological Response Dynamics to Visual Stimuli Depending on Presentation Period, Proceedings of the 4th International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology, 24–25 June 2021, St. Petersburg, Russia, pp. 245–256. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.EN.03>
17. Minkin, V. A. (2021b) Three Generations of Vibraimage Systems. Developer Review. Proceedings of the 4th International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology, 24–25 June 2021, St. Petersburg, Russia, pp. 223–231. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.EN.01>
18. Minkin, V. A., Blank, M. A. (2021) Psychophysiology and Homeokinesis. Synchronization of Presentation of Stimuli to Chronobiological processes, Proceedings of the 4th International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology, 24–25 June 2021, St. Petersburg, Russia, pp. 269–280. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.EN.05>
19. Nikolaenko, Y. N. (2020) Stimuli Development and Approbation for Adaptive Testing of Various Extremism Forms, Proceedings of the 3rd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology, 25–26 June 2020, St. Petersburg, Russia, pp. 232–237. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.07.VC3.EN>
20. Novoseltsev, V. N. (1978) Cybernetics and Biosystems. Moscow: Nauka. (In Russ.)
21. Penrose, R. (1994) Shadows of the Mind, Oxford University Press.
22. Prince, S., Hensley, W. E. (1992) The Kuleshov Effect: Recreating the Classic Experiment. Cinema Journal, Vol. 31, No. 2 (Winter, 1992), pp. 59–75. University of Texas Press.
<https://doi.org/10.2307/1225144>
23. Tao, J., Tan, T. ed. (2009) Affective Information Processing. Springer-Verlag London Limited.
<https://doi.org/10.1007/978-1-80800-306-4>
24. 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>

Psychophysiology and Homeokinesis. Synchronization of Stimuli Presentation to Chronobiological Processes

Viktor A. Minkin¹, Mikhail A. Blank²

¹Elsys Corp, St. Petersburg, Russia, minkin@elsys.ru

²RNCRST named after academic A. M. Granov, St. Petersburg, Russia

Abstract: *The study of chronobiological processes influence (brain activity) on unconscious (psychophysiological) and conscious responses of subjects during periodic external stimuli presentation using the vibraimage technology was carried out. Shown that conscious and unconscious responses of subjects to presented stimuli differ significantly at opposite moments of brain activity (maximum and minimum of brain activity). Inverse dependence was established between brain activity period and the period of external stimuli presentation in the range from 5 to 18 seconds. Comparative psychophysiological tests of subjects were carried out with various questionnaires of VibraNLP program and the dependences between the investigated factors and program settings (period of external stimuli presentation, the moment of presentation stimuli start relative to brain activity moment) were obtained. Presented results confirmed the hypothesis that the variability of subject conscious and unconscious responses to the stimulus depends on current brain activity process. Proposed the method for synchronizing of stimuli presentation to chronobiological parameters minimizing the difference in human responses caused by periodic changes in physiological parameters.*

Keywords: *vibraimage, psychophysiology, homeostasis, homeokinesis, chronobiology, psychophysiological state, PPS, PPR, stimulus, brain activity period, BAP, VibraNLP.*

Introduction

The concepts of homeostasis, allostasis, and homeokinesis have now been studied in sufficient detail and number thousands of research papers (Novoseltsev, 1978). “Now let’s look at the regulation of income with consumption in particular. There are a lot of mechanisms that maintain the balance between these two quantities in the animal body” — said Ivan Sechenov back in 1860 (Sechenov, 1953). The study of regulatory mechanisms were significantly influenced by the work of Claude Bernard (Bernard, 1865) and Walter Cannon, who proposed the term homeostasis to describe the ability of organisms to maintain the constancy of the internal environment (Cannon, 1932). Norbert Wiener (Wiener, 1948) suggested that the regulation and maintenance of balance in the body is provided by the feedback principle. More recent physiological studies have shown that all variables in the body are subject to regular cyclical changes, for example, circadian and shorter rhythms (Halberg, 1969; Blank & Blank, 2010). Almost all known physiological signals have pronounced temporal rhythms, the most studied of which are the heart rhythm and a separate direction — heart rate variability (HRV) (Baevsky et al., 2001).

Studies carried out by vibraimage technology have shown that a person has a temporal rhythm associated with brain activity (Minkin & Blank, 2019), the brain activity period (BAP) is determined not only by the physiology of the body's functioning, but also by consciousness. Modern psychophysiology (Cacioppo, 2007; Danilova, 2012) is based on the registration of various physiological signals of EEG, EMG, heart rate, HRV, GSR, BP, ECG, PPG (Liu et al., 2008; Giannakakis et al., 2019; Avdeeva et al., 2020), the concentration of certain enzymes or hormones — testosterone, serotonin, cortisol, alpha-amylase (Canli & Lesch, 2007; Minowa & Koitabashi, 2012) and behavioral responses — facial expressions, speech tonality, micromovements, etc. (Tao & Tan, ed., 2009; Zhou et al., 2011). Presentation of stimuli to a subject is standard method in psychophysiology.

On the one hand, psychophysiology recognizes that all processes of consciousness, emotions, decision-making depend on the parameters of psychophysiological state (PPS). At the same time, modern psychophysiology almost does not take into account the natural mechanisms of physiological regulation and constant changes in physiological characteristics, only circadian rhythms are taken into account when conducting psychophysiological tests.

We assume that the psychophysiological and conscious responses of a person to stimuli are largely determined by the current PPS of a subject in his chronobiological activity and, above all, by the rhythm of brain activity. Since it was previously found that BAP, depending on many factors, can vary from several seconds to hundreds of seconds (Minkin & Blank, 2019), accordingly, the psychophysiological response (PPR) to the same stimuli can vary significantly depending on the current positions during a short time.

The aim of this study is to test the hypothesis of significant variability of the subject's conscious and PPR to a stimulus, depending on the state or position of brain activity, within a short time interval about one minute.

Materials and Methods

As materials for this work, we used the results of two studies carried out earlier by vibraimage technology (Minkin, 2020; Minkin & Nikolaenko, 2020) and provide the third new research. Earlier results were re-analyzed with respect to the synchronicity of physiological processes and stimuli, and the third group of research results was added.

The first material presents the results of an open extended database (Minkin, 2020) of emotional and psychophysiological parameters (the age of the subjects is 14–80 years old, approximately 50% Russians, 15% Koreans, 10% Chinese, 10% Japanese, 5% Iranians). A common database that includes 12494 measurement results (file 12494All.xlsm), a database for measuring the free state of a person by the VibraMed program (file 12494MED.xlsm), a database of questionnaires passing by the VibraMI and PsyAccent programs (12494MI.xlsm and 12494PA.xlsm). Databases of the results of measurements of emotional and psychophysiological parameters are given in the files at the link (Minkin, 2020b): <http://www.psymaker.com/downloads/CyberVibraV2.zip>

The second material presents a psychophysiological study of 10 people (6 men and 4 women, ages from 20 to 65 years old, all of the Caucasian race) using vibraimage technology and the VibraNLP program (Minkin & Nikolaenko, 2020). During the

testing was done the preliminary synchronization of stimuli presented to physiological parameters and various settings of the period of external stimuli presentation (PESP) in 5, 10 and 15 seconds (Minkin, 2021a; 2021b).

In the third material are repeated (50 times) testing of 2 people (man 61 years old, woman 39 years old) carried out with the VibraNLP program with a short questionnaire LOf05_1, which included 12 questions with PESP = 5 seconds.

Results

Using Excel program, were combined the first material results obtained by the VibraMI and PsyAccent questionnaires (Minkin, 2020a; Minkin & Nikolaenko, 2017) into one database and determine the average BAP for stimuli presented with a period of 17–18 seconds. The VibraMI and PsyAccent programs do not have synchronization of stimuli presentation to physiological parameters; therefore, stimulus presentation was carried out in a random order relative to the subjects' chronobiological processes. Before was noted (Minkin & Myasnikova, 2018; Minkin & Myasnikova & Nikolaenko, 2019) that presentation of external stimuli with a fixed presentation period leads to synchronization of BAP under a double period of stimulus presentation. I. e. for PESP of 16–18 seconds, the BAP has a maximum at 34 seconds. It confirms by the spectrogram obtained of fast Fourier transformation (FFT) according to the signal of the PPS change, which is reflected in the distribution density of the histogram of the maxima obtained in the Fourier spectrograms shown in Figure 1 for open bases VibraMI and PsyAccent programs.

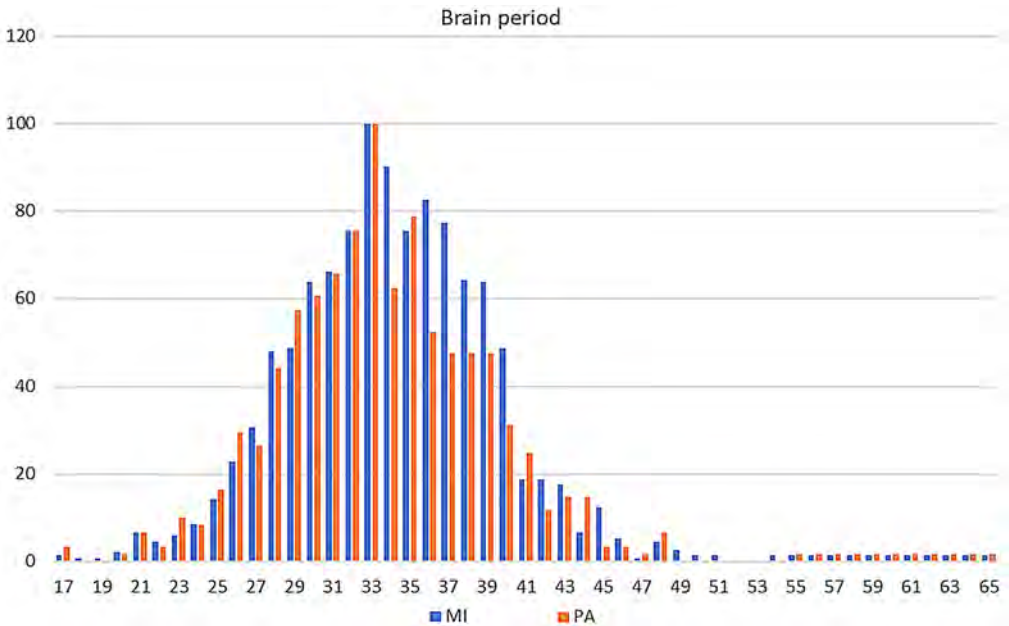


Fig. 1. Density of BAP distribution during stimuli presentation by VibraMI (4668 tests) and PsyAccent (2314 tests) programs, 6972 tests with stimuli period of 16–18 seconds

Note that PESP of at least 16 seconds automatically leads to synchronization of physiological processes, and we observe a pronounced maximum of the distribution of BAP at the level of 32–34 seconds. In the studies carried out by the VibraMI and PsyAccent programs, the PESP was at least 16 seconds, and the question of what would happen with a decrease in the stimuli presentation period remained open (Minkin, 2020).

In the second material presented at this conference (Minkin, 2021a; 2021b) were noted that a decrease in PESP leads to an increase BAP and the brain is somewhat inhibited with an increase for information. However, in (Minkin, 2021a) the change in BAP from PESP was studied at various program settings, which does not allow to clearly identify the dependence of BAP only on PESP. To determine the dependence of BAP and investigated factor score (IFS) on the PESP with the fixed program settings ($N = 25$; and the start of stimuli with Min PPS value), consider the histogram shown in Figure 2. IFS calculation described on this conference paper (Minkin, 2021b).



Fig. 2. Dependence of BAP and IFS assessment for PESP ($T = 5, 10, 15$ s) and the start of stimuli presentation from (Min, Max) PPS with fixed VibraNLP program settings $N = 25$. The left vertical axis shows BAP value, the right vertical axis shows IFS value

From the histogram shown in Figure 2, follows that the accelerated presentation of stimuli noticeably increases BAP and decreases IFS, since the human consciousness does not have time to cope with the large flow of processed information.

Also in the work (Minkin, 2021a), data were given that starting from the minimum PPS value leads to an increase in the accuracy of the score assessment of the predisposition to the factor, but this dependence was again shown for various program settings. To study the processes of synchronization of current PPS to stimuli is necessary to fix the rest of the program settings. Since one of the main tasks of any testing is to reduce the time while maintaining the accuracy of the result obtained

(Minkin, 2019), I limited this study to the minimum PESP = 5 s and the minimum number of PPS integration frames $N = 25$.

Let's continue the PPR study of second material 10 people database, selecting fixed settings results ($T = 5$; $N = 25$), shown in Figure 3 for the start at the maximum PPS value (Max).

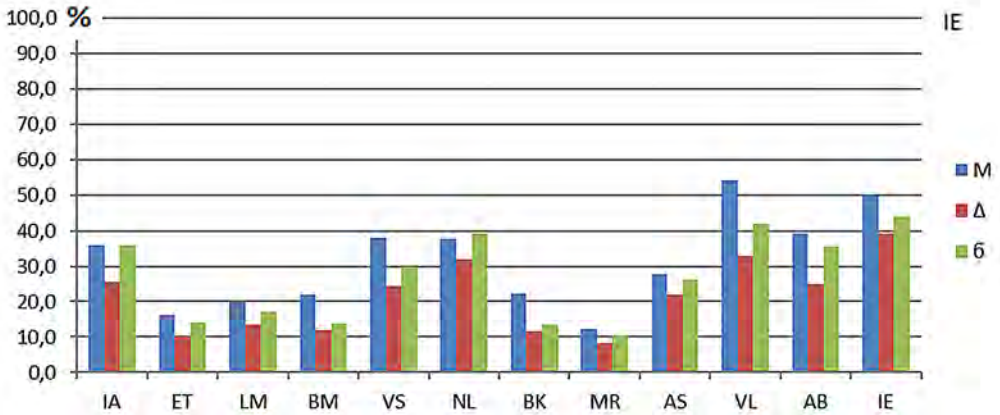


Fig. 3. Average PPR (for 10 persons) of VibraNLP processing with the fixed program settings: start Max, $N = 25$, PESP = 5 s

Given on Figures 3–5 sequence of 12 responses AI; ET; LM; BM; VS; NL; BK; MR; AS; VL; AB; IE named according to MI types abbreviation (Minkin&Nikolaenko, 2017), however in our processing we will look only on comparison of left 6 PPR corresponding to pretesting and right PPR corresponding to basic testing.

Further, in Figure 4, shows average PPR of subjects during VibraNLP testing with the same fixed settings ($T = 5$; $N = 25$) only for the start of measurements from the minimum PPS value (Min).

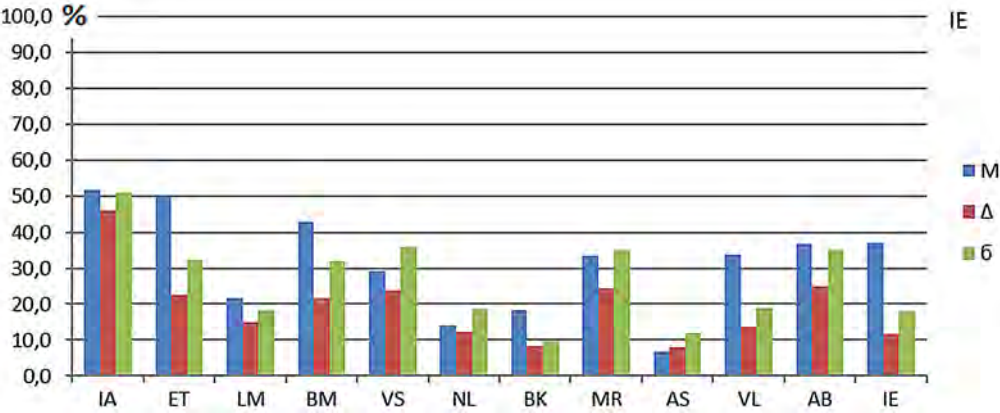


Fig. 4. Average PPR (for 10 persons) of VibraNLP processing with the fixed program settings: start Min, $N = 25$, PESP = 5 s

When comparing the results shown in Figures 3 and 4, we note that in Figure 3, the response to the stimuli on basic testing has an advantage (13–24), while in Figure 5 there is a clear preferential response to the stimuli on pretesting (1–12).

Next, present the statistics of the distribution of the conscious reaction in the same study of 10 people using the VibraNLP program. Figure 5 shows a histogram of the conscious response to presented stimuli when starting from the maximum PPS value.

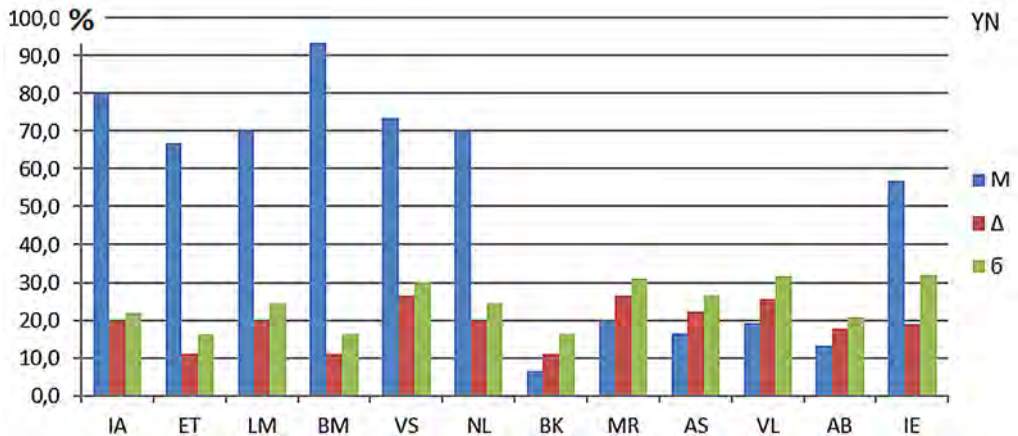


Fig. 5. Average value of conscious response to stimuli for subjects with fixed program settings: start Max, $N = 25$, PESP = 5 s

Figure 6 shows a histogram of the conscious response to presented stimuli when starting from the minimum PPS value.

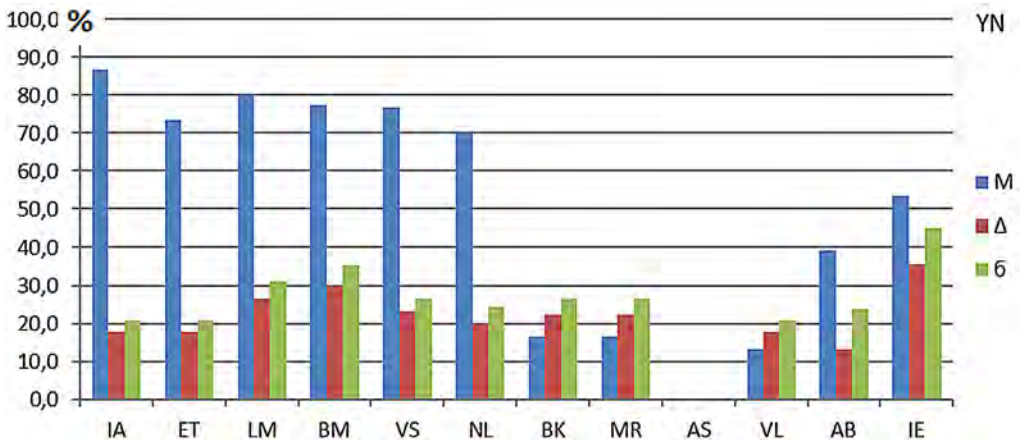


Fig. 6. Average value of conscious response to stimuli for subjects with fixed program settings: start Min, $N = 25$, PESP = 5 s

Pay attention to the pronounced different nature of preferences in the conscious responses with the leadership of the 4th pair when starting from the maximum PPS value and the leadership of the first pair when starting from the minimum PPS value.

Based on third material consider the statistics of 50 personal testing from one of the authors of this publication with the VibraNLP program with the LOF05_1 questionnaire, which includes 12 questions with a stimulus presentation period of 5 seconds at two start values from the minimum and maximum PPS values. 50 measurements were made in both start positions (50 measurements for Max PPS start and 50 measurements for Min PPS start), since it was proved in (Minkin, 2019b) that the total measurement error or SD for 50 measurements of vibraimage parameters does not exceed 6%.

Figure 7 shows a histogram of SD distribution for psychophysiological parameters of the authors of this publication (male, 61 years old) depends on stimuli start by VibraNLP program with the LOF05_1 questionnaire for a Max PPS start (S1, blue bars) and a Min PPS start (group 2, red bars).

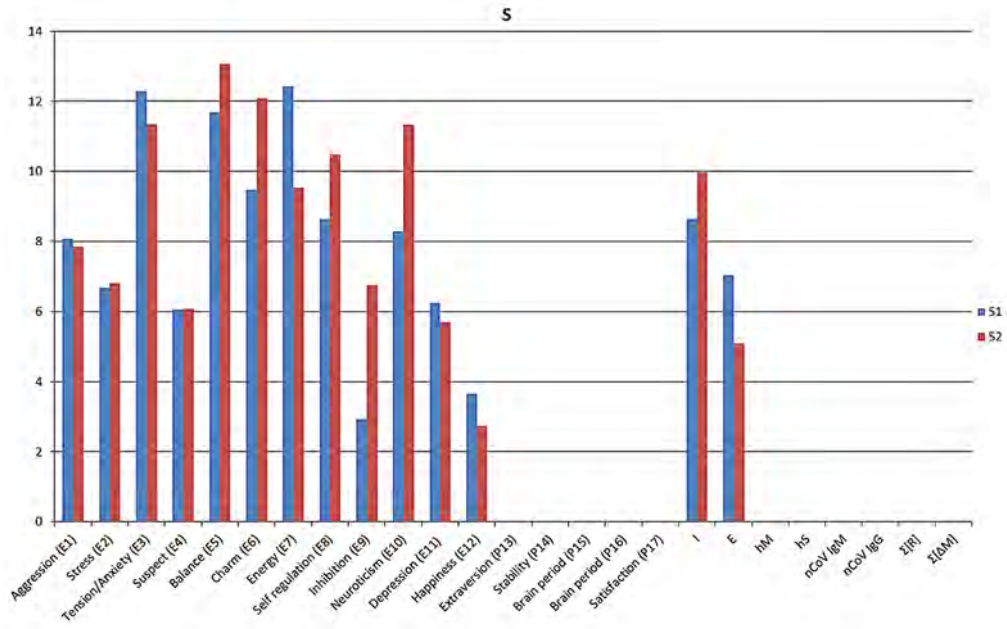


Fig. 7. Average SD values of vibraimage parameters for Max PPS start (S1, blue bars) and (S2, red bars) respectively

From the histogram shown in Figure 7 follows that some of the psychophysiological parameters have minimal changes at different start of stimuli relative to PPS. While the other part of the psychophysiological parameters E6–E10 ($dE6 = 30\%$; $dE7 = 31\%$; $dE8 = 16\%$; $dE9 = 40\%$; $dE10 = 28\%$) and information and energy components (Minkin et al., 2019) differ significantly for Max and Min start moment. Similar differences were observed in the second subject in this group (woman, 39 years old), but we do not average personal data in this case, since the dependences must have the personal character.

Discussion

The results obtained cover, perhaps, too many different tests and I will try to explain why I did not limit myself to one or another option. The issues of the interaction of consciousness and the unconscious have been the subject of scientific study for a long time (Freud, 1900; Penrose, 1994). It is even more surprising that only studies carried out by vibraimage technology have shown the possibility of measuring the degree of physiological processes synchronization using the work of consciousness. Although experimentally and intuitively, the period of stimulus-questions presentation (more than 15 s) used psychophysiological lie detection (Baur, 2006) was set in such a way as not to change the natural physiological rhythms of a person. If no one denies the presence of chronobiological rhythms, then it becomes obvious that a person cannot respond in the same way to the same stimulus, being at the lower or upper point of his internal physiological rhythm. Of course, if only circadian rhythms are taken into account, then the change in PPS within one minute can be neglected.

However, the frequency of PPS changes associated with PMA (Minkin & Blank, 2019; Minkin & Kachalin, 2019) has a period of less than one minute, which is clearly manifested by vibraimage technology testing, and should have a scientific explanation. Therefore, in these studies, we tried to measure as many different characteristics of a personality as possible, including conscious responses and unconscious or psychophysiological characteristics.

One type dependence of PPS on presented stimuli, measured in the VibraNLP program (material 3), shown on Figure 8. In the first (gray) part of testing (from 0 to 10 seconds), internal physiological rhythms are measured and stimuli are synchronized in response to changes in brain activity. The start of stimulus presentation and the beginning of testing (green graph) begins 3 seconds after passing the minimum PPS value.

Of course, it would be good to start at the real moment of the maximum decline, but in order to make sure that the minimum point of the current PPS is really passed and the growth begins, it takes some time (3 seconds). The points on the graph (Fig. 8a) mark the moments of presentation of stimuli, the cross marks the moment of the subject's response to the stimulus.

Figure 8 clearly shows the connection of the change in current PPS direction to external events (the points on the graph fall on the moments of minimum and maximum), moreover, at 12 seconds of testing, the direction change occurs when answering a question, and at 20 and 25 seconds when new stimuli are presented. However, such a clear severity of the PPS binding to external stimuli is far from always taking place. Figure 9 shows another typical example, where the subject response more intensive on multifactorial stimuli, while the frequency of changes in the psychophysiological state is not so clearly expressed outwardly.

Both of these examples, for all the dissimilarity, have much in common, they show a different period of PPS change, in Figure 8, which coincides with the double period of stimulus presentation (10 s), in Figure 9, which significantly exceeds the double period of stimulus presentation and is about 25 s. There is probably a certain limit to the possibilities of each person in the conscious processing of information, and an increase in the flow of information leads to an increase in BAP. If in the work (Minkin & Blank, 2019) it was

proved that consciousness adjusts the BAP for the double PEPS, then the results of this work show that this adjustment has certain limits. The dependence shown in Figure 2 shows that a small shift in the average value of BAP begins already with 15-second PEPS, and with a 5-second presentation of external stimuli, the average value BAP reaches 44 seconds.

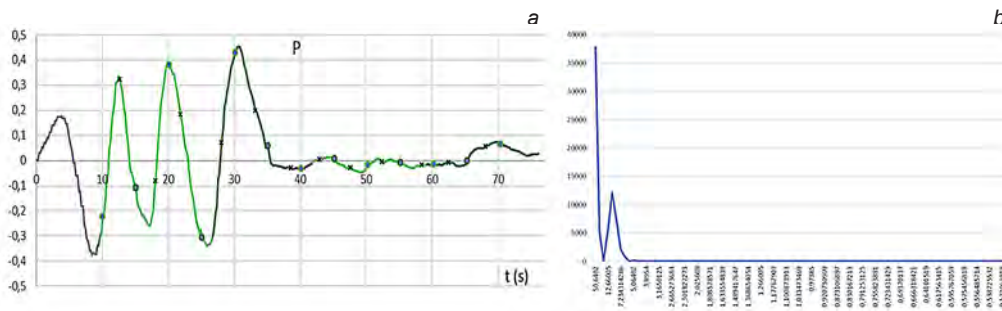


Fig. 8. Time dependence of PPS (a) and spectrogram of PPS (b) upon presentation of neutral (10–35 s) and multifactorial (40–70 s) stimuli (12 stimuli, PEPS = 5 seconds, $N = 25$, start from Min PPS).

The moment when the stimulus was presented is shown by a dot on the graph. A cross shows the moment of response to the stimulus. Maximum PPR to neutral stimuli. VibranLP program M file, IEG and FFT pages

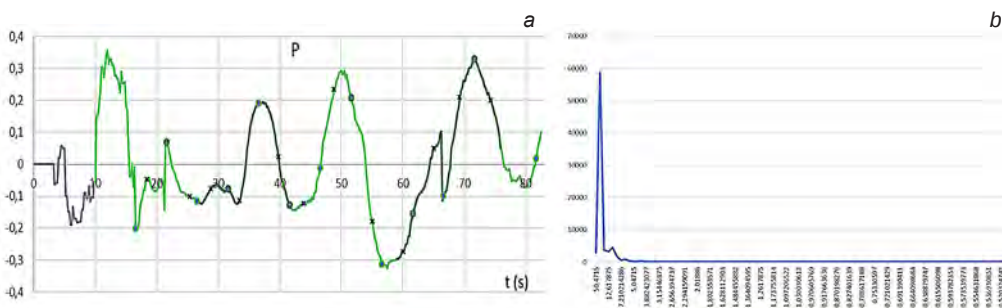


Fig. 9. Time dependence of PPS (a) and spectrogram (b) PPS upon presentation of neutral (10–35 s) and multifactorial (40–70 s) stimuli (12 stimuli, stimulus presentation period of 5 seconds, $N = 25$, start from Min).

The moment when the stimulus was presented is shown by a dot on the graph. A cross shows the moment of response to the stimulus. Maximum PPR to significant stimuli. File M of the VibranLP program, IEG and FFT pages

Note that in Figure 2, all histogram values (IFS and BAP) combine all the settings used in this study. For example, for a stimulus presentation period of 5 seconds, all values of IFS assessment obtained at the start of stimulus presentation from the minimum and maximum PPS values are averaged, which, as follows from this Figure, have different values. In the other work presented at this conference, it is shown what changes are with the fixed settings and the different algorithms to calculating the response of paired stimuli (Minkin, 2021b).

The results shown in Figures 3–7 clearly show that not only PPS of the subjects, but also their conscious response depends on the moment of stimuli presentation relative to the rhythm of brain activity. Moreover, this reflected in a number of independent psychophysiological parameters (E6–E10) and integral components (information and energy) of PPS.

We do not assert that chronobiological processes and brain activity completely change the current PPS of a person and that at the beginning of the growth and decline of brain activity, a person is an antipode to himself. But the change in personality characteristics at opposite points of growth and decline in PPS are significant in nature, affecting all human reactions.

The results of this article show that the PPS of a person at opposite points of brain activity can change significantly within a few seconds or a minute, and this change is so significant that it cannot be ignored, especially in comparative psychophysiological studies (Baur, 2006). The proposed method for synchronizing the presentation of stimuli to chronobiological parameters makes it possible to minimize the difference in human responses caused by periodic changes in physiological parameters. Accordingly, at the same points of change in the current PPS, the person's reactions to external stimuli are close to each other, and test starting from minimum PPS point gives a more correct assessment of the person's responses (Fig. 2, comparison of the estimates of Min and Max).

Given results make it possible to dispute (after about 2600 years!) the thesis of Heraclitus (Platon, 1990) that one cannot enter the same river twice. It turns out that in a first approximation, this can be done if we take into account the chronobiological rhythms and, first of all, the rhythm of brain activity, which has a significant impact on the conscious and unconscious responses of a person. It is possible that such a chronobiological variability of unconscious and conscious responses provides greater evolutionary stability to a person as a species due to a more complete consideration of surrounding threats within a minimum time.

Conclusion

The studies carried out have shown a significant influence of the chronobiological rhythms, first, the rhythm of brain activity on unconscious and conscious responses of a person. It has been shown that unconscious and conscious responses of a person differ significantly at opposite points of the rhythm of brain activity — the beginning of growth and the beginning of a decline, and the period of the rhythm of brain activity can vary from several seconds to a minute when the stimuli affecting a person change.

The reliability of the hypothesis put forward about the variability of conscious and unconscious responses of a subject to the stimulus, depending on psychophysiological state or brain activity position, is confirmed by the obtained results.

The lack of accounting for chronobiological rhythms during psychophysiological studies and testing significantly reduces the accuracy and reliability of the results obtained. Synchronization of the stimuli presentation moment start with chronobiological processes and, first, with respect to the BAP, can significantly increase the accuracy and stability of PPR and IFS detection of investigated person.

References:

1. Avdeeva, et al. (2020) Results of Measurements of the Cardiac Micropotential Energies in the Amplitude-Time Intervals Recorded by the Nanosensor-based Hardware and Software Complex, October 2020, Measurement. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108600>
2. Baevsky, R. M. et al. (2001) Analysis of heart rate variability using various electrocardiographic systems, *Arrhythmology Bulletin*, 2001, No. 24.
3. Baur, D. J. (2006) *Federal Psychophysiological Detection of Deception Examiner Handbook*, Counterintelligence Field Activity Technical Manual.
4. Bernard, C. (1865) *An Introduction to the Study of Experimental Medicine*, Institute of Neurology the Rockefeller Medical Library.
5. Blank, M. A., Blank, O. A. (2010) *Chronobiomedicine for Oncology*. ST. Petersburg: NIKA. ISBN 978-5-98220-043-2.
6. Cacioppo, G. T. et al. (2007) *Handbook of Psychophysiology*, Cambridge University Press 2007.
7. Canli, T., Lesch, K. T., (2007) Long Story Short: the Serotonin Transporter in Emotion Regulation and Social Cognition, *Nature Neuroscience*, No.10, 2007. <https://doi.org/10.1038/nn1964>
8. Cannon, W. B. (1932) *The Wisdom of the Body*. New York: W. W. Norton.
9. Danilova, N. N. (2012) *Psychophysiology: textbook*. Moscow, Aspect Press (In Russ.)
10. Freud, S. (1900) *The Interpretation of Dreams*, Science Odyssey: People and Discoveries. PBS. 1998.
11. Halberg, F. (1969) Chronobiology, *Annual Review of Physiology*, Vol. 31:675–726 (Volume publication date March 1969). <https://doi.org/10.1146/annurev.ph.31.030169.003331>
12. Liu, et al. (2008) Physiology-Based Affect Recognition for Computer-Assisted Intervention of Children with Autism Spectrum Disorder, *Int. J. Human-Computer Studies* 66 (2008) pp. 662–677. <https://doi.org/j.ijhsc.2008.04.003/j.ijhsc.2008.04.003>
13. 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>
14. Minkin, V. A. (2017) *VibraImage*, St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VI.2017>
15. Minkin, V. A. (2017) Method for Assessing the Psychophysiological State of a Person, RU 2695888, IPC A61B 5/11. Appl. 03.24.2017, Publ. 07/29/2019, Bul. 22.
16. Minkin, V. A., Nikolaenko, Y. N. (2017) *Vibraimage and Multiple Intelligences*. St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VIMI.2017>
17. 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, pp. 218–239. <https://doi.org/10.4236/jbbs.2018.85015>
18. Minkin, V. A. (2019) On the Accuracy of Vibraimage Technology, *Proceedings of the 2nd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology (English Edition)*. 25–26 June 2019, St. Petersburg, Russia, pp. 212–223. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.14>
19. Minkin, V. A., Blank, M. A. (2019) Psychophysiological Formation of the Period of Brain Activity, *Proceedings of the 2nd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology*. 25–26 June 2019, St. Petersburg, Russia, pp. 148–156. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.19>
20. Minkin, V. A., Kachalin, A. N. (2019) Analysis of the Period of Brain Activity in Various Types of Activity by the Technology of Vibraimage, *Proceedings of the 2nd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology*. 25–26 June 2019, St. Petersburg, Russia, pp. 100–105. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.12>
21. 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 Psychophysiology. The Vibraimage Technology (English Edition)*. 25–26 June 2019, St. Petersburg, Russia, pp. 47–80. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.20>

22. Minkin, V. (2020a) *Vibraimage, Cybernetics and Emotions*. St. Petersburg: Renome.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VCE.2020>
23. Minkin, V. A. (2020b) Vibrapsychology as Independent Branch of Science, Proceedings of the 3rd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology. 25–26 June 2020, St. Petersburg, Russia, pp. 197–203. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.01.VC3.EN>
24. Minkin, V. A. et al. (2020) Method of Psychological and/or Psychophysiological Testing. Application No. 20200118568 for a patent of the Russian Federation. Elsys Corp, Appl. May 2020.
25. Minkin, V. A., Nikolaenko, Y. N. (2020) Adaptive Psychological Testing. Combination of Pre-Testing and Basic Testing in Neuro-Linguistic Profiling, Proceedings of the 3rd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology. 25–26 June 2020, St. Petersburg, Russia, pp. 204–212. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.02.VC3.EN>
26. Minkin, V. A. (2021a) Psychophysiological Response Dynamics to Visual Stimuli Depending on Presentation Period, Proceedings of the 4th International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology. 24–25 June 2021, St. Petersburg, Russia, pp. 245–256. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.RU.03>
27. Minkin, V. A. (2021b) Calculation of Psychophysiological Responses to Multifactorial Stimuli in the Adaptive Questionnaire of Personality Characteristics Dispersion into Independent Components. Kuleshov Effect Comeback to Psychophysiology, Proceedings of the 4th International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology. 24–25 June 2021, St. Petersburg, Russia, pp. 257–268. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.RU.04>
28. Minowa, C., Koitabashi, K., (2012) Salivary Alpha-Amylase Activity — An Indicator of Relaxation Response in Perioperative Patients, *Open Journal of Nursing*, 2012, 2, pp. 208–214 OJN <http://dx.doi.org/10.4236/ojn.2012.23032> Published Online September 2012 (<http://www.SciRP.org/journal/ojn/>)
29. Nikolaenko, Y. N. (2020) Stimuli Development and Approbation for Adaptive Testing of Various Extremism Forms, Proceedings of the 3rd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology, 25–26 June 2020, St. Petersburg, Russia, pp. 232–237. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.07.VC3.EN>
30. Novitsky, P. V. (1975) *Electrical Measurements of Non-electrical Quantities*. Leningrad: Energy (In Russ.)
31. Novoseltsev, V. N. (1978) *Cybernetics and Biosystems*. Moscow: Nauka (In Russ.)
32. Plato (1990) *Cratyl*. Collected Works in Four Volumes. Moscow: Academy of Sciences of the USSR Institute of Philosophy. Musl, Vol. 1 (In Rus.)
33. Sechenov, I. M. (1952) *Selected Works, Physiology and Psychology*, Vol. 1. USSR Academy of Sciences. (In Russ.).
34. Penrose, R. (1994) *Shadows of the Mind*, Oxford University Press.
35. Tao, J., Tan, T. ed. (2009) *Affective Information Processing*. Springer-Verlag London Limited. <https://doi.org/10.1007/978-1-80800-306-4>
36. Wiener, N. (1948) *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Paris, (Hermann & Cie) & Camb. Mass. (MIT Press) 2nd revised ed. 1961.
37. 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>

Determination of Significant Behavioral Parameters on COVID-19 Diagnosis by Artificial Neural Networks Modeling

Valery A. Akimov, Viktor A. Minkin

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

Abstract: Investigated various options for constructed artificial neural networks (ANNs) used to discriminate databases of behavioral parameters captured by vibraimage technology for patients with confirmed diagnosis of COVID-19 and reference group with confirmed absence of COVID-19 disease. The developed ANNs were learned using ADAM and Nesterov methods. The dependences of method accuracy and the number of errors (discriminating ability of the test) on the structure of ANN and the set of behavioral parameters are presented. Statistical analysis of the same groups of patients and the control group was carried out using standard statistical methods (mat expectation, SD, variability) and groups discrimination by ANN methods. The structure of ANN and input data of behavioral parameters was optimized. Achieved zero error of existing databases discriminating for the patients with a confirmed diagnosis of COVID-19 and the control group. Identified significant behavioral parameters for the diagnosis of COVID-19.

Keywords: vibraimage, artificial neural networks, neural network learning, behavioral parameters, neural network structure, AI, ANN, diagnostic accuracy, error.

Introduction

Technical solutions related to artificial neural networks (Haykin, 2008; Burakov, 2013; Goodfellow et al., 2017) are increasingly important in the development of various technologies and practical applications. The challenge posed to the world by the COVID-19 pandemic has led to the development of many solutions (Laguarta et al., 2020; Soares et al., 2020; Erdem & Aydin, 2020; Hussain et al., 2020; Jin et al., 2020; Wynants et al., 2020; Jimenez-Solem et al., 2021) based on artificial neural networks (ANNs) and artificial intelligence (AI) designed to diagnose COVID-19. Based on vibraimage technology, methods of medical diagnostics were previously developed and substantiated (Blank et al., 2012; Minkin, 2007; 2020; Minkin & Nikolaenko, 2008), therefore, the use of vibraimage technology for the diagnosis of COVID-19 becomes one of developers task. A number of technical solutions have been developed to diagnose COVID-19 (Minkin & Bobrov, 2020), including using ANN and AI (Minkin et al., 2020).

The main advantages of neural networks are the ability to parallelize the flow of information (high speed) and the ability to self-learn and generalize information (Haykin, 2008). At the same time, the final decision made by the trained neural network is not obvious, it is almost impossible to verify (confirm or refute) other known methods. The ability to obtain a valid result based on information that was not encountered in the learning process is, on the one hand, a clear advantage of neural networks (Haykin, 2008), which is especially important for modeling complex biological processes (Novoseltsev,

1978). On the other hand, the practical closeness of decision making by a neural network or artificial intelligence creates a certain distrust in the perception of an unobvious result of contactless diagnosis of a certain disease.

The objectives of this work are to determine the significant behavioral parameters used in the diagnosis of COVID-19, to modeling the optimal structure of the ANN for sorting out the results of studies of patients and the control group, as well as to improve the accuracy of the method used and reduce errors in the diagnosis of COVID-19.

Materials and Method

The results of both groups studies including patients and control group are behavioral parameters measured using vibraimage technology by VibraHT and HealthTest programs (Minkin et al., 2020). Vibraimage technology detects the behavioral parameters of a person based on various equations for analyzing the micromovements of a human head (Minkin, 2020). The physiological basis connecting head movements and behavioral parameters is vestibular-emotional reflex (Minkin&Nikolaenko, 2008; Minkin, 2020). Measurements of behavioral parameters by these programs were carried out for 1 or 3 minutes, and during the measurement, the program performs 5 readings per second for each behavioral parameter P1–P16 (Minkin, 2020). The resulting data are the mean M for each of the 16 behavioral parameters, as well as the root mean square value of the change in this parameter during the measurement period ($SD1$ – $SD16$) and the variability of each parameter during the measurement $V = M/SD$.

The results of patients group study include 268 measurements data captured by VibraHT or HealthTest programs (Minkin et al., 2020) based on head micromovements parameters of patients with a confirmed diagnosis of COVID-19 (of which 250 patients with confirmation of COVID-19 by CT and PCR in the active phase and 18 patients at the asymptomatic stage of the disease COVID-19). The measurements were taken between May and October 2020. The age of patients was from 25 to 75 years, the ratio of men – women (60–40)%. Ethnic composition – 100% Caucasian. The demographic parameters of the control group were matched identically to the patient group.

VibraHT and HealthTest programs are identical in processing algorithms and differ in the level of professional settings. Measurements of the behavioral parameters of patients were carried out using MS LifeCam Cinema and MS LifeCam Studio webcams. The camera resolution was set to 640×480 , the frame rate was 30 fps, the black and white mode was enabled in the settings. The examined person was located at a distance of (50–100) cm from the webcam, the horizontal size of the head was more than 200 pixels. The image quality level when tested with VibraHT and HealthTest programs was above 80% for all accepted test results. The computers used to measure behavioral parameters had Windows 10 operating systems and processors of at least Intel i5.

The results of the control group study include 268 measurements by VibraHT program of head micromovement parameters of patients with confirmed absence of COVID-19 symptoms and negative PCR test for COVID-19. The control group included 20 measurements of patients with confirmed ARVI disease in order to exclude the possibility of detecting the symptoms of pathology-normal when comparing patients and the control group, directing behavioral diagnostics specifically to identify the symptoms of COVID-19.

The research methodology is based on ANN learning of various structures using a training program written by one of the authors (Valery Akimov) to discriminate the results of patients and the control groups and determine the number of errors in the specified data discrimination. The structure of trained ANN were two and three layers; the sigmoidal neuron was chosen as the main ANN element, since the sigmoidal function is the most popular in ANN construction (Haykin, 2008).

The selection of significance coefficients in the neural network was carried out using the standard optimization algorithms ADAM and Nesterov (Nesterov, 1983; Goodfellow et al., 2017), used in ANN training and learning. The developed program trains ANN to have 0 on the output neuron for the control group and 1 for the group of patients with a confirmed COVID-19 diagnosis.

Block diagrams of the constructed ANNs for discriminating group databases are shown in Figure 1.

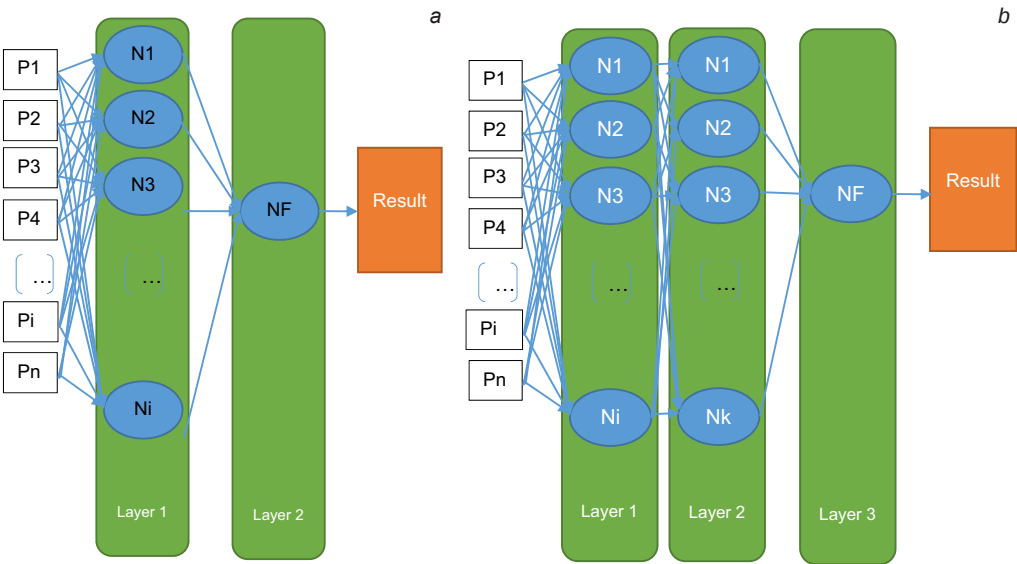


Fig. 1. Block diagrams of linear neural networks with feedforward for discrimination of databases in two groups: patients and control, a — the simplest feedforward network; b — a feedforward network with one hidden layer of neurons

Results

First, compare and consider the study results of the behavioral parameters of patients and the control group using standard Excel tools and VibraStat program (Minkin, 2019). Figure 2 shows the mean values of behavioral parameters for patients (M1) and control (M2) group.

The behavioral parameter E7 (energy) has the maximum difference in the groups, the mean E7 in the control group exceeds the mean E7 in the group of patients by 30%.

Figure 3 shows the standard deviations (SD) of the behavioral parameters for patient (S1) and control (S2) groups.

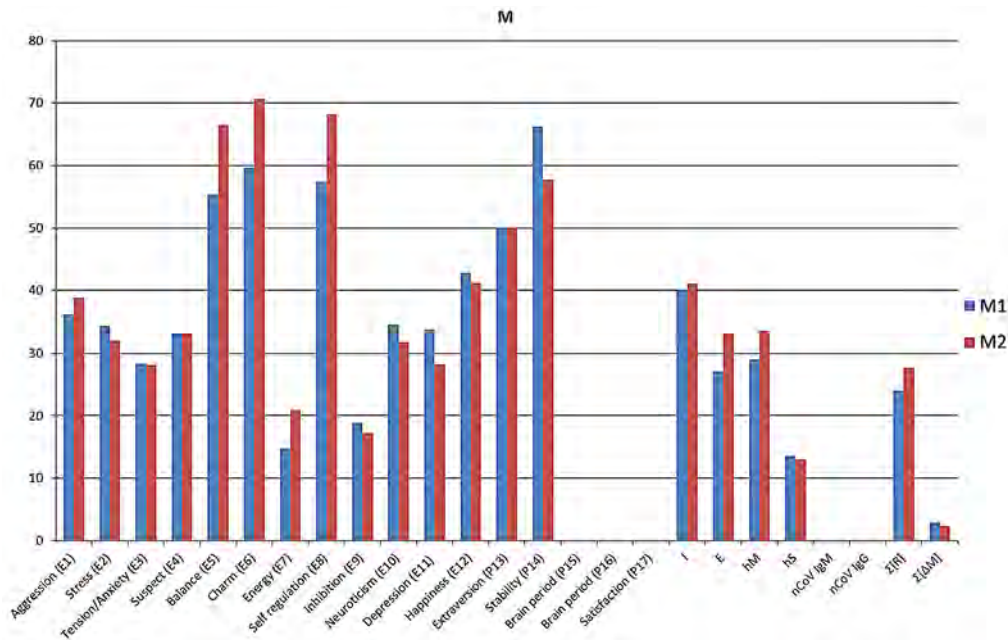


Fig. 2. Mean values of behavioral parameters for patient (M1) and control (M2) groups

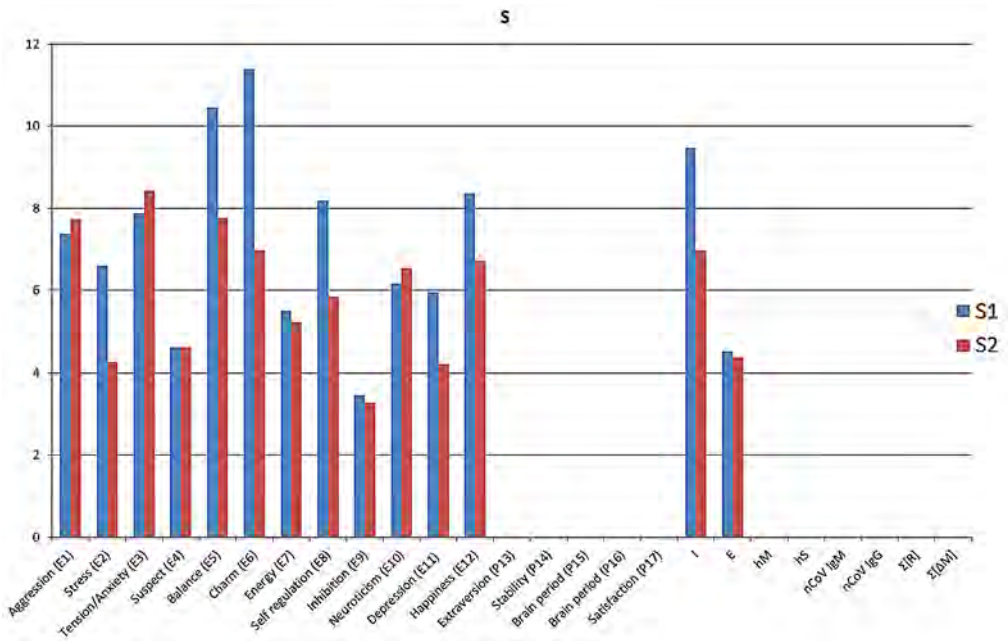


Fig. 3. Mean of behavioral parameters standard deviation (SD) for patient (S1) and control (S2) groups

The difference of more than 30% in the groups of patients and the control group has the standard deviation of six behavioral parameters: E2 (Stress), E5 (Poise), E6 (Charisma), E8 (Self-regulation), E11 (Depression) and I (Information efficiency).

Figure 4 shows the standard deviation (RMSD) of the behavioral parameters of the patient groups (V1) and the control group (V2).

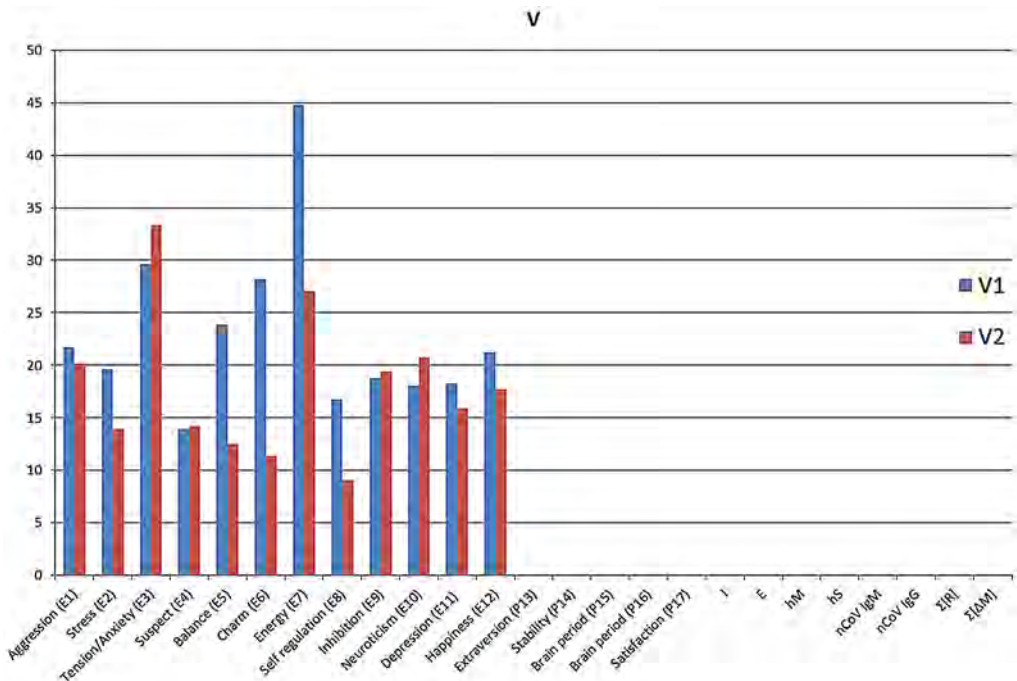


Fig. 4. Mean of behavioral parameters variability for patients (V1) and control (V2) groups

The difference of more than 30% in the groups of patients and the control group has variability of five behavioral parameters: E2 (Stress), E5 (Poise), E6 (Charisma), E7 (energy), E8 (Self-regulation), and the variability of the Charisma parameter differs in more than 2 times.

Table 1 shows the results of 12 different experiments to determine the dependence of the number of errors when sorting the results in groups of patients and the control on the structure of the neural network and the number of input behavioral parameters fed to the input layer of neurons.

The results shown in Table 1 show that the number of data parse errors is a complex function, determined by a set of settings, and cannot be directly reduced by increasing the input neurons or input parameters.

Table 1

Dependence of the number of errors number for databases discrimination of patient and control groups on ANNs structure and the number of input behavioral parameters fed to the input layer of neurons at different training times

N	ANN structure	Number of input quantities	Accuracy and Errors (with a training time of 1.5.10 minutes)	Note
1	5 × 1	36 (P12 × 3)	1 min — 491/566 5 min — 496/566 10 min — 497/566 69	Initially new ANN
2	10 × 1	87 (A1F-P4)	1 min — 553/566 5 min — 553/566 10 min — 553/566 13	Initially new ANN
3	10 × 1	40 (T10 + IE + A2 + A3 + Sat + S(R))	1 min — 558/566 5 min — 559/566 10 min — 559/566 7	Initially new ANN Test with normalization of input data
4	18 × 1	36 (P12 × 3)	1 min — 549/566 5 min — 549/566 10 min — 549/566 17	Initially new ANN
5	30 × 1	30 (P10 × 3)	1 min — 553/566 5 min — 554/566 10 min — 554/566 12	Initially new ANN
6	36 × 1	36 (P12 × 3)	1 min — 553/566 5 min — 553/566 10 min — 554/566 12	Initially new ANN
7	38 × 1	38 (P12 + IE)	1 min — 554/566 5 min — 554/566 10 min — 554/566 12	Initially new ANN
8	72 × 1	36 (P12 × 3)	1 min — 279/566 5 min — 279/566 10 min — 279/566 287	Initially new ANN
9	40 × 20 × 1	12SD Others = 0	1 min — 536/566 5 min — 552/566 10 min — 554/566 12	Initially-trained ANN 26 (M + SD)
10	40 × 20 × 1	12V Others = 0	1 min — 554/566 5 min — 557/566 10 min — 557/566 9	Initially-trained ANN 26 (M + SD)
11	40 × 20 × 1	12M Others = 0	1 min — 547/566 5 min — 560/566 10 min — 560/566 6	Initially-trained ANN 26 (M + SD)
12	40 × 20 × 1	40 (T10 + IE + A2 + A3 + Sat + S(R))	1 min — 552/566 5 min — 566/566 10 min — 566/566 0!!!	Initially new ANN

Table 2 shows the significance of the behavioral parameters obtained for the first layer of neurons in structure 12 (Table 1). The highlighted line shows the maximum weights of the significance coefficients; they do not differ much for all the given behavioral parameters.

Table 2

Input coefficients significance of behavioral parameters for the first layer of neurons in ANN structure 12. The highlighted line shows the maximum weights of significant coefficients

		Aggression (P7)/M	Aggression (P7)/S	Aggression (P7)/V	Stress (P6)/M	Stress (P6)/S	Stress (P6)/V	Tension/Anxiety (F5X)/M	Tension/Anxiety (F5X)/S	Tension/Anxiety (F5X)/V	Suspect (P19)/M
max(w)		319	123	352	404	132	331	270	115	470	209
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Suspect (P19)/S	Suspect (P19)/V	Balance (P16)/M	Balance (P16)/S	Balance (P16)/V	Charm (P17)/M	Charm (P17)/S	Charm (P17)/V	Energy (P8)/M	Energy (P8)/S
max(w)		101	289	501	220	271	750	270	438	204	139
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Energy (P8)/V	Self regulation (P18)/M	Self regulation (P18)/S	Self regulation (P18)/V	Inhibition (F6)/M	Inhibition (F6)/S	Inhibition (F6)/V	Neuroticism (F9)/M	Neuroticism (F9)/S	Neuroticism (F9)/V
max(w)		616	424	99	144	363	40	268	548	102	297
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		A2/M	A2/S	A2/V	A3/M	A3/S	A3/V	I	E	sat	refCor
max(w)		272	303	9	130	363	22	454	359	546	350
		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

The relatively small scatter in the significance (200–500) of most of the behavioral parameters when sorting the data can be explained by the principle of minimum correlation used to calculate behavioral parameters in vibraimage technology (Minkin, 2020). A small number of parameters, including the variability A2 and A3 (significance 9 and 22), are of minimal significance, which can be replaced by more informative ones in further studies.

Discussion

The results presented in Table 1 for the same settings of the linear ANN with an increase in the first line of neurons (structures 1 (5×1); 4 (18×1); 6 (36×1); 8 (72×1)) show that the number of sorting errors decreases significantly (from 69 to 12) only until the number of input neurons exceeds the number of input parameters. A significant excess in the number of input neurons (72 by 36 for structure 8) leads to a sharp increase in the sorting errors from 12 to 287.

The number increase of input behavioral parameters (compare the structures of networks 2 and 3) in itself does not lead to an increase in the sorting accuracy for one ANN structure. The number of input parameters 87, the number of errors is 13, and decrease in the number of input parameters to 40 leads to errors decrease to 7.

The results presented in Table 1 for simple linear ANN with only two layers of neurons (input and output layers, structures 1–8) show a sufficiently high informative value of input behavioral parameters for databases discrimination. Therefore, diagnosing COVID-19, since in the best-case structure 3 give discrimination accuracy close to 99% with additional normalization of the input parameters.

The preliminary long-term training of the neural network (more than 24 hours) with incomplete data (variants of network structures 9–11) is inferior in accuracy to the optimized fast learning of the variant of structure 12, in which the data sorting error is reduced to zero.

Of course, the presented databases discrimination results can most likely be even more optimized with an increase in the patient and control group databases, since it is impossible to further improve the sorting algorithm when an error of 0 is reached in the last 12 variant of the NN structure and the optimized flow of input behavioral parameters.

The data from the first layer of ANN (Table 2) can be conditionally considered the real significance of the input parameters, since their significance can change on the hidden layer of structure 12. However, one should not expect a significant change in significance for such a simple ANN structure, which was used in this study.

Statistical processing of the results of studies of the behavioral parameters of the groups of patients and the control, presented in Figures 2–4, also show a high informativity of behavioral parameters for the diagnosis of COVID-19. There are significant differences in the average values of behavioral parameters (6 parameters: E5; E6; E7; E8; P14; E differ by more than 6% between groups), and the threshold of 6% was previously set as a certain limit of the accuracy of the measured parameters of the vibraimage (Minkin, 2019).

SD and variability (Figures 3 and 4) of the behavioral parameters turned out to be even more informative for the standard statistical breakdown of the studied data groups, since the differences in the groups of 6 RMS parameters and 5 variability parameters

exceeded 30%, and the variability of the E6 parameter differs in groups of patients and control more than 2 times.

Most of this article is devoted to the processing of mathematical data, but behind each digit of the behavioral parameters determined by vibraimage technology, there is an objective symptomatology of the disease. The multiple symptoms of COVID-19 (Struyf et al., 2020) find unconditional confirmation in human behavioral responses (increased levels of stress, depression and neuroticism with a decrease in energy, balance, self-regulation and information efficiency) and in significant temporary instability of behavioral parameters.

These changes in behavioral parameters make it possible to diagnose COVID-19 by analyzing reflex head movements due to the vestibular-emotional reflex. The high diagnostic information content of human behavioral parameters makes it possible to sort data on relatively simple structures of the NS, and therefore to diagnose COVID-19 on simple user devices, personal computers and mobile phones.

In future studies, a significant increase in the size of the patient and control group databases is required to transfer the obtained accuracy to a random sample of subjects. The resulting zero error and, accordingly, 100% accuracy, sensitivity, and specificity when sorting data in the above ANN structures are likely to change somewhat with a significant increase in databases.

However, we think that the proposed method for diagnosing COVID-19 when monitoring behavioral parameters using vibraimage technology seems to be quite promising, since the expected drop in accuracy with an increase in the database can be compensated for by an increase in accuracy with an increase in the complexity of the ANN structure and an increase in input behavioral parameters.

In addition, it can be assumed that the proposed method can be universal for the diagnosis of many, if not any, diseases. The transition from biochemical testing to the control of informative reflex movements and behavioral parameters is similar to the transition to green energy compared to fuel, since it is environmentally friendly and does not require significant costs.

Separate consideration should be given to the work on the effectiveness of vaccination against COVID-19 study using the developed technology for diagnosing COVID-19 based on behavioral parameters measured by vibraimage technology. Our preliminary results on several people testing show the appearance of behavioral signs of COVID-19 on 3 days after the first vaccination Sputnik V (Logunov et al., 2021) when no biochemical methods show significant biochemical changes in the human body. In our opinion, this indicates the highest sensitivity of reflex micromovements of a human head and the vestibular-emotional reflex to any pathological processes and insignificant changes in the physiological state. The set of measured behavioral parameters fixed by AI may be more informative than traditional medical and biochemical diagnostic methods.

In addition, a separate consideration is necessary for post-covid-19 rehabilitation processes (Barker-Davies et al., 2020), since the results obtained using the diagnosis of behavioral parameters by AI and vibraimage technology allow to see the behavioral trace from COVID-19 after half a year or more after the disease. The COVID-19 diagnostic method proposed in this publication can be an effective means of monitoring post-covid rehabilitation processes.

Conclusion

The studies have shown the significant significance of most of the behavioral parameters measured by vibraimage technology for the diagnosis of COVID-19. The conducted studies of various ANN structures allowed us to optimize the set of input behavioral parameters and minimize the error to zero when sorting out databases of patients with a confirmed diagnosis of COVID-19 relative to the available control data group.

The set goal of identifying significant behavioral parameters in the diagnosis of COVID-19 can be considered achieved, since 38 out of 40 used mean behavioral parameters showed acceptable significance when sorting databases using synthesized ANN structures. The tasks of optimizing the ANN for sorting out the databases of patient groups and the control group were completed, and 100% accuracy of COVID-19 diagnostics was achieved based on the available results of 536 measurements.

Obtained results make possible to use the developed methodology not only for diagnosing COVID-19, but also for monitoring the effectiveness of vaccination processes against COVID-19 and post-covid-19 rehabilitation of patients.

References:

1. Barker-Davies et al. (2020) The Stanford Hall Consensus Statement for postCOVID-19 Rehabilitation. *Br J Sports Med* 2020;54:949–959. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102596>
2. Blank, M. A. et al. (2012) Method for Express Diagnosis of Prostate Cancer. Pat. RU2515149, IPC A61B 5/11. Elsys Corp, Priority 02.06.2012, Publ. 05.10.2014, Bul. No. 13. (In Russ.)
3. Burakov, M. V. (2013) Neural Networks and Neurocontrollers: textbook. Benefit. St. Petersburg: GUAP, 2013. ISBN 978-5-8088-0812-6. (In Russ.)
4. Erdem, E., Aydin, T. (2020). COVID-19 Detection in Chest X-ray Images Using Deep Learning, Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-65954/v1>
5. Goodfellow, I. et al. (2017) Deep Learning. Massachusetts Institute of Technology, ISBN 978-1-491-93799-0.
6. Haykin, S. (2008) Neural Networks and Learning Machines Third Edition, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey 07458.
7. Hussain, A. A. et al. (2020) AI Techniques for COVID-19, IEEE Access. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3007939>
8. Jimenez-Solem, E. et al. (2021) Developing and Validating COVID-19 Adverse Outcome Risk Prediction Models from a Bi-national European Cohort of 5594 patients. *Scientific Reports*, (2021) 11:3246. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81844-x>
9. Jin, C. et al. (2020) Development and Evaluation of an Artificial Intelligence System for COVID-19 Diagnosis, *Nature Communication*, 2020,11:5088. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18685-1>
10. Laguarda, J. et al. (2020) COVID-19 Artificial Intelligence Diagnosis Using only Cough Recordings, *IEEE Open Journal of Engineering in Medicine and Biology*, September. <https://doi.org/10.1109/OJEMB.2020.3026928>
11. Logunov, D. Y. et al. (2021) Safety and Efficacy of an rAd26 and rAd5 Vector-based Heterologous Prime-Boost COVID-19 Vaccine: an Interim Analysis of a Randomised Controlled Phase 3 Trial in Russia. Published Online February 2, 2021. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00234-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00234-8)
12. 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>

13. Minkin, V. A. (2017) *Vibraimage*. St. Petersburg: Renome.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VI.2017>
14. Minkin, V. A. (2019) On the Accuracy of Vibraimage technology, Proceedings of the 2nd International Open Science Conference: Modern Psychology. The Vibraimage Technology (English Edition). 25–26 June 2019, St. Petersburg, Russia, pp. 212–223. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.14>
15. Minkin, V. (2020) *Vibraimage, Cybernetics and Emotions*. St. Petersburg: Renome.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VCE.2020>
16. Minkin, V. A., Bobrov, A. F. (2020) Health Diagnostics Using Assessment of Physiological Systems Signals Desynchronization. First Results of HealthTest Program Practical Applications, Proceedings of the 3rd International Open Science Conference: Modern Psychology. The Vibraimage Technology, 25–26 June 2020, St. Petersburg, Russia, pp. 292–300.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.14.VC3.EN>
17. 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*, 10, pp. 590–603.
<https://doi.org/10.4236/jbbs.2020.101203712>
18. Nesterov, Y. E. (1983) A Method of Solving Programing Problem with Convergence Rate $O(1/k^2)$, *USSR Science Academy*, Vol. 269 (1983), No. 3, pp. 372–376.
19. Novoseltsev, V. N. (1978) *Cybernetics and Biosystems*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
20. Soares, F. et al. (2020) A Novel High Specificity COVID-19 Screening Method Based on Simple Blood Exams and Artificial Intelligence. <https://doi.org/10.1101/2020.04.10.20061036>
21. Struyf, T. et al. (2020) Signs and Symptoms to Determine if a Patient Presenting in Primary Care or Hospital Outpatient Settings has COVID-19 Disease, *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2020, Issue 7, Art. No. CD013665. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013665.21>
22. Wynants, L. et al. (2020) Prediction Models for Diagnosis and Prognosis of COVID-19: Systematic Review and Critical Appraisal, *BMJ* 2020; 369:m1328. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.m1328>

Behavioral Parameters as COVID-19 Signs. New Opportunities and Old Problems of Medical Diagnostics

Viktor A. Minkin¹, Alexander A. Kosenkov²

¹Elsys Corp, St. Petersburg, Russia, minkin@elsys.ru

²State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical and Biological Agency (SRC — FMBC) of Russia, Moscow, Russia

Abstract: *Measuring of human behavioral parameters based on vibraimage technology for medicine applications are considered, including: diagnostics of COVID-19, monitoring the effectiveness of vaccination against COVID-19 and post-covid-19 rehabilitation. Variants of artificial neural networks (ANNs) training are given, depending on medical diagnostics tasks. The possibility of COVID-19 diagnosis at the stage of disease start and end using behavioral parameters has been shown. Monitoring of vaccination effectiveness against COVID-19 by measurable behavioral parameters is given. The possibility of post-covid-19 state control using behavioral parameters has been shown. The analysis of behavioral characteristics advantages over traditional biochemical and biophysical methods in medical diagnosis and disease treatment monitoring was done.*

Keywords: *COVID-19, vibraimage, behavioral parameters, medical diagnostics, disease, symptoms, vestibular-emotional reflex, biometrics, machine learning, ANN, AI, VibraHT.*

Introduction

Traditionally, humanity has opposed material and spiritual, matter and energy, considering these concepts opposite. From the point of view of modern physics, mathematics and information theory, the difference between these concepts is not so great, any object can have material, energy and information characteristics. The founder of cybernetics, Norbert Wiener, argued in 1948 “Information is information, not matter or energy. No materialism which does not admit this can survive at the present day” (Wiener, 1948). Unfortunately, what was said almost 100 years ago can be repeated now with even greater urgency. Modern medicine is currently completely focused on the material (and not informational) approach to disease, diagnosis and treatment methods. Weak attempts to portray digital medicine as an impartial science, using biophysical, biochemical and behavioral data equally, only underline this inequality (Alber et al., 2019). Most advances and failures in modern medicine are based on obtaining material data from biochemical or biophysical analyzes, including in the diagnosis of COVID-19 (Zhang et al., 2020; Soares et al., 2020; Erdem & Aydin, 2020; Hussain et al., 2020; Jin et al., 2020; Wynants et al., 2020; Struyf et al., 2020; Jimenez-Solem et al., 2021). While the behavioral parameters of a person are almost completely ignored by modern medicine, although they are the basis for the diagnosis of any disease, the first classic question of a doctor to a patient is — what are you complaining about? Few of the patients complain about biochemical tests (sugar, cholesterol, etc.). Biochemical changes in the body are mostly secondary, it is the behavioral characteristics that are primary, for example, fatigue, headache, nausea, cough — the so-called symptoms of

the disease. However, symptoms are the same behavioral parameters having deviation from the norm if the norm is correctly defined and the behavioral parameters are measured by a physical method. Such method of behavioral parameters measuring offered by vibraimage technology (Minkin, 2020), determining various psychophysiological parameters when measuring reflex micromovements of a head.

Human vestibular system autonomously supports a head in an upright state with the help of constant contraction of the cervical muscles, and any pathological processes make changes in the work of the vestibular system. This phenomenon called vestibular-emotional reflex (Minkin & Nikolaenko, 2008; Minkin, 2020), since emotional states also affect the parameters of micromovement of the head, for example, an aggressive state increases the frequency of reflex micromovements (Lorenz, 1963). A person is always under the influence of many different external factors (physical, chemical, biological, emotional, informational and others), which bring or do not remove the physiological systems of a person from an equilibrium state. The functioning of physiological systems is based on a variety of feedbacks, the regulation of equilibrium (biological, physical, chemical) in the body is provided in various terminology by homeostasis (Cannon, 1932), allostasis (McEwen, 2000), homeokinesis (Halberg, 1969; Minkin & Blank, 2019; 2021) or interoception (Chernigovsky, 1985; Petzschner et al., 2021), depending on the choice of a model for achieving equilibrium. A simplified equilibrium state regulation model (regulation of the internal environment) shown in a variety of publications, from textbooks to scientific articles, on modeling physiological processes (Selye, 2013; Novoseltsev, 1978; McEwen, 2000). We do not consider necessary to complicate the structural diagram of the effects on a person, because it is the detail of the presentation, in my opinion, that hinders the understanding of the general principles of health or disease. External influences lead to changes inside the body. Body defense mechanisms (as immunity) coordinate reversible of changes; they determine the correctness of treatment, which is also an external effect.

Figure 1 shows a generalized block diagram of the material and informational impact on a person in the process of treating an arbitrary disease. Biometric standards (GOST ISO/IEC 2382-37-2016) divide all measurable characteristics of a person into biological (material) and behavioral (informational), therefore we will adhere to this standard terminology, including for medical diagnostics, since medical research methods and analyzes underlying medical diagnostics should be considered as separate area obtaining biometric characteristics of a person.

On Figure 1, the patient is presented in the form of physiological systems and blocks having control signals (interoception), and each element of such a scheme has a two-way communication with any other element of the system. It follows from the above diagram that any change in an arbitrary block leads to certain changes in all other elements of the system. Consequently, any disease leaves its unique imprint on the functioning of each physiological system and, for example, control of the vestibular system, could be sufficient for the diagnosis of an arbitrary disease.

The purpose of this work is to compare various methods of analyzing medical (material and information) data during a disease and study the possibility of behavioral parameters using for medical diagnostics of a disease, control treatment process, rehabilitation process monitoring and assessing the effectiveness of COVID-19 vaccination by vibraimage technology and ANN learning.

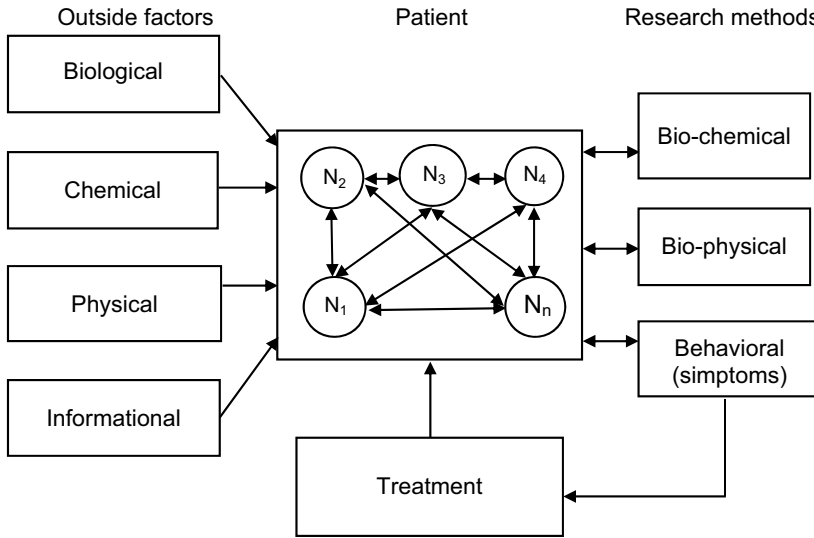


Fig. 1. Structural diagram of material and informational impact on a person in the process of treating an arbitrary disease. $N1-Nn$ — physiological systems and different levels of exchange of control signals in the human body

Materials and Methods

The method for measuring 40 behavioral parameters is based on vibraimage technology (Minkin, 2007; 2020; Akimov & Minkin, 2021), is also used for medical diagnostics (Blank et al., 2012; Minkin & Bobrov; 2020) and more effective by using trained ANNs (Bobrov et al., 2020; Minkin et al., 2020; Akimov & Minkin, 2021). For capturing information about the micromovements of a human head, Microsoft LifeCam Studio webcam placed one meter away from a patient, sitting in front of the webcam for 3 minutes. Webcam was connected to a computer with Intel Core i7 processor, on which VibraHT (Minkin et al., 2020) program is installed, determines behavioral parameters and health characteristics by analyzing the micromovements of the human head using a pre-trained ANN. The measurement of patient's behavioral parameters was carried out at different periods of the COVID-19 disease, divided into 4 stages, shown in Table 1, similar to the reaction to a stress factor presented by Hans Selye (Selye, 2013).

Table 1

Different periods of COVID-19 disease, divided into 4 stages for behavioral parameters database formation

Disease stage	Incubation period, days	Active phase of the disease, days	Recovery process, days	Rehabilitation process, (months)
Duration, days (months)	1–7	14–30	7–30	1–6

In total, 331 measurements of patient's behavioral parameters at different stages of COVID-19 disease were carried out. Similar to the patient group measurements, 331 behavioral measurements were taken for COVID-19-free control (referenced) group. Total database contained 662 results for measuring behavioral parameters (331 results in the patient group and 331 results in the control group). To study the behavioral parameters on COVID-19, ANN learning was done on all 662 measurement database and less measurement quantity taken for individual stages of the COVID-19 disease study.

Let's imagine how the proposed method works using the following example. The patient comes to the doctor and complains about 2481 signs of his poor health. The doctor says: "OK, now I will examine you." And in one minute, he quantitatively determines each of the 2481 signs, comparing them with the norms of various diseases that he has. This is exactly how trained ANN (Akimov & Minkin, 2021) works with continuous (5 counts of each parameter per second) measurement of 40 behavioral parameters in one minute. ANN template files for detecting COVID-19 and diagnosing post-covid-19 symptoms are given on supplementary material to this article.

Diagnosis of COVID-19 by Behavioral Parameters

The principles of COVID-19 early diagnosis using behavioral parameters, and artificial neural network (ANN) learning, were previously described (Minkin et al., 2020; Akimov & Minkin, 2021). One of the not less important questions than early diagnosis of the disease is the question to which there is currently no unambiguous answer — when does a specific patient who has undergone COVID-19 cease to be infectious to others (Prakash, 2020)? The presence of a negative PCR test result is unlikely to indicate that the patient is not contagious, most likely indicates the transition of the disease to the final phase (Chan et al., 2020). The presence of an increased level of IgM antibodies also cannot be evidence of the continuation of the infection. The production of antibodies occurs with a certain inertia, and the time difference between receiving a negative PCR test and a negative IgM test result in COVID-19 can be several months (Arevalo-Rodriguez et al., 2020; Liu et al., 2020; Sheikhzadeh et al., 2020). Therefore, in most cases, the decision to discharge a patient is made by a doctor, based on individual information, in each specific case. Let us consider case (1) how objectively a decision can be made by a trained ANN about the end of COVID-19 disease in the presence of regular measurements of behavioral parameters by the VibraHT program (Minkin & Bobrov, 2020; Minkin et al., 2020). Patient 1 (male, 41 years old, negative PCR test received on February 15, 2021, 18 days after the onset of COVID-19 symptoms. The last positive PCR test received on February 8. Normal body temperature 36.4–36.5°C from February 10, discharge from the doctor — from February 20).

When entering the data of the behavioral parameters of this patient to ANS processing, the AI determined the data of the behavioral parameters obtained on February 15, 16, 17 as a disease, and on February 18 and 19 as the absence of COVID-19, i. e. close enough to the doctor's discharge. Note that COVID-19 diagnostic program based on behavioral parameters signs, determined the patient as sick and, probably, capable of infecting others within three days after a negative PCR test. The measurement data of patient 1 at the end of COVID-19 disease are shown in Table 2.

Table 2

COVID-19 diagnostic data during patient recovery (case 1). The HealthTest page of the VibraHT program

Date	$\Sigma[R]$, score (norm >20,0)	$\Sigma[\Delta M]$, score (norm <4,0)	Behavioral signs of COVID-19, % (norm <50)	T, °C (norm <37.5)
2021-02-16 11_08_14_M	49,00	2,59	100,00	36,6
2021-02-17 10_23_46_M	60,35	2,47	100,00	36,6
2021-02-18 10_13_43_M	33,49	1,80	0,00	36,4
2021-02-19 09_49_47_M	33,93	1,53	0,00	36,4

$\Sigma[R]$ — total correlation between behavioral parameters. $\Sigma[\Delta M]$ — conformity of behavioral parameters to the general pattern. Statistical norms for behavioral parameters indicated in parentheses. The behavioral signs of COVID-19 are determined by ANN based on 40 input behavioral parameters and COVID-19 database (662 measurements).

Shown sharp transition from 100% probability of COVID-19 disease in Table 2, obtained on February 17, to zero probability, obtained on February 18, is most likely determined by the insufficient size of the database during ANN learning. With larger training database (higher 2500 measurements), the transition from illness to recovery should be smoother. It should not be assumed that ANN and AI can be taught to any result, by arbitrarily forming a database of patients and control at their own discretion. An attempt made to form a database of behavioral parameters measurements of the patient (1) by the formal moment of the patient's discharge from February 20 inevitably gave 2 extra false positive errors based on the measurement results on February 18 and 19. Database forming to the moment of negative PCR test, 2 additional false-negative errors inevitably appeared based on the results of measurements on February 16 and 17. Thus, minimizing ANN errors when analyzing an already trained database shows a more accurate end of the disease than traditional biochemical methods of analysis, for example, the result of the PCR test.

Monitoring of Patient's Behavioral Parameters after Vaccination against COVID-19 by Sputnik V Vaccine

It was not random given in the first part of this paper Table 1 with various stages of the disease. ANN training based on the measurements results made in a certain part of the disease makes the diagnostic program more sensitive to the selected part of the disease, since the symptoms, and hence the behavioral parameters, change markedly at different stages of the disease. For example, look monitoring of the behavioral parameters of patient 2 (woman 39 years old, the first vaccination with the Sputnik V vaccine was made on February 12, 2021). Monitoring after the first vaccination with the Sputnik V vaccine by standard COVID-19 diagnostic program VibraHT, trained on a full database

(stage 1–3, 662 measurements) showed changes in behavioral parameters, but did not show the identification of COVID-19 signs, which, in general, was expected. However, the study of patient 2 by ANN learned on shortened database (stage 1–2, 520 measurements) without stage 3 (recovery process) showed a fundamentally different result, shown in Table 3.

Table 3

Measurement data of behavioral parameters during vaccination of a patient (case 2) with the Sputnik V vaccine

Date	$\Sigma[R]$, score (norm >20,0)	$\Sigma[\Delta M]$, score (norm <4,0)	Behavioral signs of COVID-19, % (norm <50)	T, °C (norm <37.5)
2021-02-12 15_52_02_M	20,69	1,29	0,00	36,6
2021-02-13 10_43_16_M	21,69	1,89	0,00	36,6
2021-02-15 10_52_50_M	24,08	1,27	99,94	36,4
2021-02-16 13_52_15_M	24,11	2,13	99,99	36,4
2021-02-17 15_02_17_M	20,97	2,59	100,00	37,5
2021-02-18 14_55_56_M	19,78 (>20,0)	1,44	0,00	36,8
2021-02-19 13_57_41_M	13,20 (>20,0)	1,55	0,00	36,6
2021-02-20 11_36_49_M	13,63 (>20,0)	1,61	0,00	37,8
2021-02-21 14_35_26_M	16,12 (>20,0)	1,36	0,00	36,6
2021-02-22 17_06_21_M	22,79	1,01	0,00	36,4
2021-02-24 15_14_03_M	28,53	2,43	0,00	36,5

$\Sigma[R]$ — total correlation between behavioral parameters. $\Sigma[\Delta M]$ — conformity of behavioral parameters to the general pattern. Statistical norms for behavioral parameters are indicated in parentheses. The behavioral signs of COVID-19 are determined by ANN based on 40 input behavioral parameters and COVID-19 short database (520 measurements).

The results in Table 3 show that the vaccinated patient (2) indicates behavioral symptoms of COVID-19 on the third day after vaccination, these symptoms lasting for 3 days. Then there were problems of a general deterioration of the physiological state lasting 4 days. The patient's normal psychophysiological state was restored on the 8th day after the first Sputnik V vaccination according to behavioral parameters measurements. The patient's body temperature changed was not so informative and it is difficult to assess the change in the patient's condition using it.

Rehabilitation after Illness. Rehabilitation Problems of Post-COVID-19 Patients

Rehabilitation after serious diseases is one of the areas of modern medicine for the patients having a heart attack or stroke. The COVID-19 pandemic revealed such a wide range of consequences in patients after an illness (Barker-Davies et al., 2020), which turned out to be quite unexpected for specialists. Physicians traditionally use biochemical and biophysical methods of analysis to control post-covid-19 changes, but there is currently no understanding of the patterns of common post-covid-19 symptoms (Barker-Davies et al., 2020; Kabi et al., 2020). In my opinion, this is due to the fact that biophysical and biochemical methods of analyzing an organism are aimed at identifying local signs and are focused on identifying a certain physical quantity or biochemical indicator. While the control of behavioral parameters allows to assess the totality of many parameters and characterize the psychophysiological state as a whole.

Consider case 3 (woman, 63 years old, suffered COVID-19 in July 2020), while, after almost six months, the patient did not return to normal after the illness and complains of multiple post-covid-19 symptoms, including rapid fatigue, dizziness, pain in heart, muscles and joints. Testing the patient with standard VibraHT program did not show signs of COVID-19, while testing the patient with a program with excluded data from the first and partially the second phase (510 measurements) of the disease showed persistent symptoms of COVID-19 (Table 4).

Table 4

Measurement data of behavioral parameters during post-ovarian rehabilitation of a patient (case 3)

Date	$\Sigma[R]$, score (norm >20,0)	$\Sigma[\Delta M]$, score (norm <4,0)	Behavioral signs of COVID-19, % (norm <50)	T, °C (norm <37,5)
2020-12-24 10_39_53_M	20,94	4,00	99,99	36,6
2020-12-24 10_45_03_M	24,37	4,09	99,77	36,6

$\Sigma[R]$ — total correlation between behavioral parameters. $\Sigma[\Delta M]$ — conformity of behavioral parameters to the general pattern. Statistical norms for behavioral parameters are indicated in parentheses. The behavioral signs of COVID-19 are determined by ANN based on 40 input behavioral parameters and COVID-19 short database (510 measurements).

Note that behavioral parameters measurements results, taken with a break of several minutes, show similar results, which emphasizes the relative stability of the post-covid-19 state. In addition, for this case, I will give an expanded table of behavioral parameters measured by the VibraHT program and shown in Figure 2.

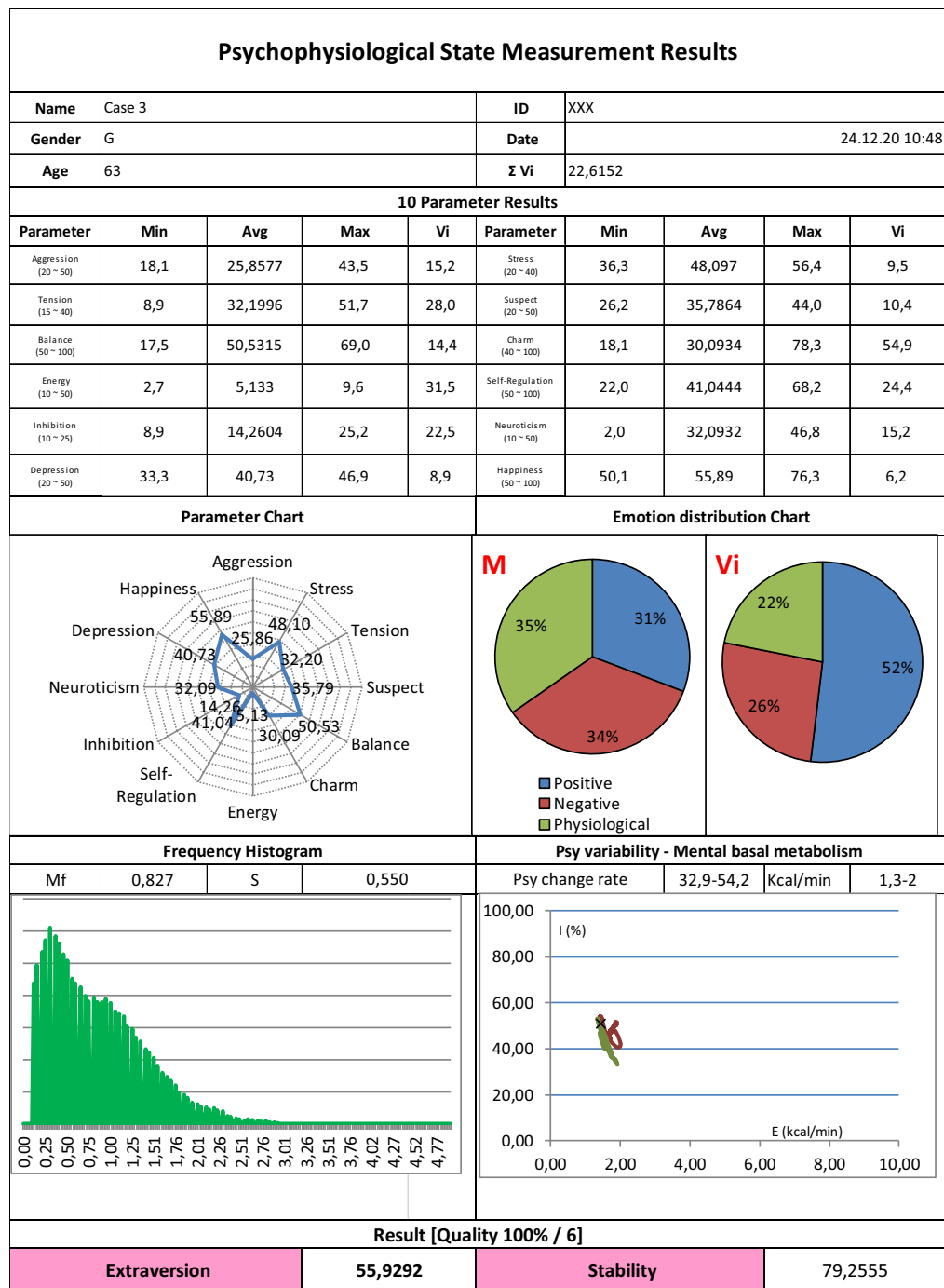


Fig. 2. Typical pattern of behavioral parameters for a post-covid-19 patient. Measurement page of VibraHT program

Pay attention to the Frequency Histogram of Figure 2. This asymmetric distribution with a low-frequency maximum and extended right side of the frequency distribution is quite typical for patients with COVID-19 and post-covid-19 disorders. The normal Gaussian distribution for vibration frequency is standard for a normal psychophysiological state (Minkin, 2020).

Discussion

The results of behavioral parameters application for medical diagnostics presented in this article show that behavioral parameters could be more informative for the diagnosis of severe diseases than the traditionally used biochemical or biophysical analyzes. This relatively paradoxical claim has a rationale. The behavioral characteristics of a person are determined by a set of biophysical and biochemical processes occurring in the human body. Each specific biochemical or biophysical analysis determines with some accuracy only one component from the general psychophysiological state of a person, even if it is very important for diagnosing a disease, for example, the concentration of COVID-19 viruses in PCR analysis. However, the human body is an extremely complex system (Tamar, 1972; Novoseltsev, 1979; McEwen, 2000; Cacioppo et al., 2007) with many feedbacks that determine the body's immune and other capabilities to fight any infection or pathology. Therefore, attempts to diagnose and control the disease by separately taken point values of material parameters are inferior in informativeness to the control of behavioral parameters, covering the interaction of all physiological systems and human metabolic processes. Modern information technologies, sharpened on the processing of big data, are more suitable for the diagnosis of complex diseases, since each person is a direct bearer of a huge number of information and energy connections and dependencies. The number of physiological and informational processes occurring in the human body every second exceeds the capacity of modern processors, and the processing of point information that biochemical and biophysical analyzes can give cannot provide accurate information about the norm and pathology in the case of complex diseases. This explains the fact that, more than a year after the start of the pandemic, the entire medical community cannot give a definite answer to many questions related to COVID-19 (Weston & Frieman, 2020; Maggi et al., 2020). At present, it is impossible to confidently predict the resistance of a particular person to infection with COVID-19 (Verity et al., 2020), the severity of COVID-19 for a particular person, and to determine the means of rehabilitation after the COVID-19. Those statistics (Verity et al., 2020; Wu et al., 2020), which are obtained on the risk factors for COVID-19 severity (gender, weight, chronic diseases), also cannot be attributed to biophysical or biochemical test results and this is hardly a coincidence.

The progress of modern science and technology is not accidentally associated with the processing and transmission of large amounts of data, but for some reason, in the minds of society, the processing of big data is primarily associated with the receipt of information from a multitude of people or other information objects. While every person is constantly processing and transmitting huge amounts of data, and on this principle vibraimage technology was developed. Vibraimage system processes more than 30 MB of information every second (3 minutes of measurement is about 5.4 Gb of information) and transforms this big data stream in a limited number (currently 40) behavioral parameters. Then AI

embedded in the VibraHT program determines 2481 values of the significance coefficients between 40 behavioral parameters and compares them with a template determined from the database of a specific disease. Moreover, 1–3 minutes of measuring behavioral parameters is not a limit for the diagnosis of COVID-19 or another disease. Diagnosis of a disease can be carried out in real time, since the process of comparing behavioral parameters with a disease template is carried out in a fraction of a second, and a few seconds are enough for contactless measurement of a person's behavioral parameters (Minkin, 2020).

This approach makes possible to measure behavioral parameters that are inextricably linked with the functioning of all physiological systems of a person, and therefore objectively characterize minor and significant changes in a human body. That is why, achieved in terms of behavioral parameters, 99% accuracy of databases discrimination of patients with COVID-19 and control group (Minkin et al., 2020) exceeds the accuracy of diagnostics using biomedical PCR methods and IgM-IgG antibodies (Bastos et al., 2020).

Behavioral parameters represent a generalization of biophysical and biochemical material processes, behavioral information seems to be immaterial, but it is based on material biological, physical and chemical processes. Sigmund Freud wrote that a person does not have random movements and slips (Freud, 1900). Ivan Sechenov said that every thought (which he regarded as material process) has a muscular manifestation (Sechenov, 1863). Charles Darwin emphasized the informativeness of reflex movements in the formation of a person's emotional state (Darwin, 1872). Unfortunately, the systematic approach and understanding of the behavioral parameters significance of the 19th century was replaced by narrowly specialized material approaches of the 21st century. Therefore, until modern society revises the clearly discriminatory approach to such small use of behavioral parameters in medicine and, above all, for medical diagnostics (Wynants, 2020; Arevalo-Rodriguez, 2020), it is difficult to expect rapid significant successes in the fight against the COVID-19 pandemic and other complex diseases, including new viral infections. For hundreds of material (biophysical and biochemical) methods publications for COVID-19 diagnosis, also using ANN and AI technologies (Wynants, 2020; Hussain et al., 2020), were developed only 2 diagnostic methods based on behavioral parameters (Laguarta et al., 2020 ; Minkin et al., 2020). In my opinion, this inequality is primarily determined by the existing distrust of the modern medical community in information technologies for processing big data, which are not associated with the material causes of diseases. However, a non-obvious connection does not mean its absence.

This article was written a year after the WHO recognized the COVID-19 epidemic as a pandemic (Tedros, 2020) and more than a year after the decoding of the COVID-19 virus genome (Chen et al., 2020). Therefore, the decoding of COVID-19 virus genome on the molecular-genetic level could not stop the pandemic, which is going according to its natural law, mortality from the disease remains approximately at the same level as at the beginning of the epidemic (Woolf et al., 2021). Only measures known since the Middle Ages, such as strict quarantine and disinfection, have a noticeable effect on the spread of infection, while ongoing vaccination has not yet significantly affected the spread of COVID-19 and many experts express doubts about its effectiveness (Kim et al., 2021). Medicine needs modern methods of dealing with new infectious diseases, and only an integrated approach (prevention, diagnosis, treatment, vaccination) can be effective in the treatment of complex diseases (Ghebreyesus & Leyen, 2020).

Conclusion

Perhaps some readers will pay attention to the insufficiently complete disclosure of each specific case of disease diagnosis, the effectiveness of vaccination or post-ovarian rehabilitation given in this article. Of course, each of the above cases is worthy of a more detailed description. However, we deliberately shift the focus from each specific medical case to a general approach to the need to use behavioral parameters for medical diagnostics. The proposed approach does not negate the existing material and traditional biochemical and biophysical analyzes, which successfully solve many problems and help in the diagnosis of most diseases. Moreover, they are necessary for the initial setup and training of the ANN and AI with behavioral parameters data. However, if we evaluate the costs of going biochemical analyzes, the time of obtaining the result, the accuracy of diagnostics, the environmental friendliness of the production of drugs, it turns out that medical diagnostics in terms of behavioral parameters significantly surpasses all known biochemical and biophysical methods of analysis. Indeed, none of the existing methods of biochemical or biophysical diagnostics of COVID-19 can provide an answer to such essentially different issues of early diagnosis of the disease, monitoring the effectiveness of vaccination and post-covid-19 rehabilitation. The definition of such different pathologies using a set of measured behavioral parameters cannot be random. It shows the highest informativeness of behavioral parameters for detecting any pathology or any disease, since COVID-19, from the point of view of information theory, is no different from other diseases. Each disease carries its own signs or has its own material (physical, chemical, biological) imprint, which is reflected in its symptoms, and therefore behavioral parameters. AI and ANN find this unique imprint by simply sorting through the dependencies between behavioral parameters, almost as intuitively as a dog smells a specific smell from COVID-19 patients (Jendry et al., 2020).

It is difficult to imagine how much effort, material resources and research are spent on the preparation of covid passports and other means of disease control, which are relevant only at the time of issue. No one can 100% guarantee that a tested or vaccinated person will not become infected the next minute after receiving a health passport. Instead, it is advisable to carry out operational control (1–3 minutes or less) COVID-19 at borders, airports, public events using ordinary computers or even mobile phones. Solving any problem in real time is always better than being late in answering an emerging challenge.

The proposed transition to behavioral parameters measurement for medical diagnosis of any disease will require a huge amount of research to confirm the declared results, but if successful, humanity can get its hands on a much more effective and low-cost diagnostic method that has no analogues in terms of its range of application. The possibility of remote, contactless, fast and cheap diagnosis of any disease deserves any investment. Perhaps in 50 years, any contact biochemical analysis and diagnosis such as blood sampling or contact with the nasopharynx will be perceived approximately in the same way as today we perceive treatment with bloodletting or mercury (Yanin, 2000), which were used by official medicine from the 16th to the 20th century. To do this, it is necessary to review the existing ethical restrictions on the transfer and processing of non-personalized medical information, of course it is not a simple way.

The rapid development of biometric technologies was facilitated by open competitions for the processing of standard databases of biometric data (fingerprints, faces), held by public and private companies and allowing to select the most effective identification algorithms (<https://www.nist.gov/biometrics>). The creation of open databases of behavioral parameters, which has already begun (Minkin, 2020), should be accompanied by linking traditional medical analyzes with a confirmed diagnosis of unnamed patients to the same open databases. This approach will allow parallelizing the efforts of different teams and achieving the solution of many problems in the shortest possible time and with transparently proven efficiency.

Supplementary material

The ANN calculation files for detecting COVID-19 and diagnosing post-covid-19 symptoms given at <https://psymaker.com/downloads/CovidANN.zip>

References:

1. Alber, M. et al. (2019) Integrating Machine Learning and Multiscale Modeling Perspectives, Challenges, and Opportunities in the Biological, Biomedical, and Behavioral Sciences. *Npj, Digital Medicine* 2:115. <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0193-y>
2. Akimov, V. A., Minkin, V. A. (2021) Determination of Significant Behavioral Parameters on COVID-19 Diagnosis by Artificial Neural Networks Modeling, Proceedings of the 4th International Open Science Conference: Modern Psychology. The Vibraimage Technology, 24–25 June 2021, St. Petersburg, Russia. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.EN.06>
3. Arevalo-Rodriguez, I. et al. (2020) False-Negative Results of Initial RT-PCR Assays for COVID-19: A systematic review, *PLoS ONE* 15(12): e0242958. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242958>
4. Barker-Davies, R. M. et al. (2020) The Stanford Hall Consensus Statement for postCOVID-19 Rehabilitation, *Br J Sports Med* 2020; 54, pp. 949–959. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102596>
5. Bastos, M. L. et al. (2020) Diagnostic Accuracy of Serological Tests for COVID-19: Systematic, Review and Meta-Analysis, *BMJ*, 370, m2516. <https://doi.org/10.1136/bmj.m2516>
6. Blank, M. A. et al. (2012) A Method for Screening the Diagnosis of Prostate Cancer. Pat. RU2515149, MPK A61B 5/11, Elsys Corp, Priority 02/06/2012; Publ. 05/10/2014, Bul. No. 13.
7. Bobrov, A. F et al. (2020) Modern Methods of Medical Psychophysiology: Vibraimage Technology and Artificial Neural Networks, Proceedings of the 3rd International Open Science Conference: Modern Psychology. The Vibraimage Technology (English Edition). 25–26 June 2020, St. Petersburg, Russia, pp. 12–19. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.11.VC3.EN>
8. Cacioppo, G. T. et al. (2007) Handbook of Psychophysiology, Cambridge University Press.
9. Cannon, W. B. (1932) The Wisdom of the Body. New York: W. W. Norton.
10. Chan, J. F. et al. (2020) Improved Molecular Diagnosis of COVID-19 by the Novel, Highly Sensitive and Specific COVID-19-RdRp/Hel Real-Time Reverse Transcription-PCR Assay Validated In Vitro and with Clinical Specimens, *Journal of Clinical Microbiology*, May 2020, Vol. 58, Issue 5, e00310-20.
11. Chernigovsky, V. N. (1985) Interoception. Leningrad: Science (In Russ.)
12. Darwin, C. (1872) The Expression of the Emotions in Man and Animals. John Murray, London.
13. Erdem, E., Aydın, T. (2020) COVID-19 Detection in Chest X-ray Images Using Deep Learning, Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-65954/v1>
14. Freud, S. (1900) The Interpretation of Dreams, Science Odyssey: People and Discoveries. PBS. 1998.

15. Ghebreyesus, T. A. and von der Leyen, U. (2020) A Global Pandemic Requires a World Effort to End It None of Us Will Be Safe until Everyone Is Safe <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/a-global-pandemic-requires-a-world-effort-to-end-it-none-of-us-will-be-safe-until-everyone-is-safe>
16. Halberg, F. (1969) Chronobiology, *Annual Review of Physiology*, Vol. 31, pp. 675–726 (Volume publication date March 1969), <https://doi.org/10.1146/annurev.ph.31.030169.003331>
17. Hussain, A. A. et al. (2020) AI Techniques for COVID-19, *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3007939>
18. Jendry, P. et al. (2020) Scent Dog Identification of Samples from COVID-19 Patients: A Pilot Study, *BMC Infectious Diseases*, 20, Article No. 536. <https://doi.org/10.1186/s12879-020-05281-3>
19. Jimenez-Solem, E. et al. (2021) Developing and Validating COVID-19 Adverse Outcome Risk Prediction Models from a Bi-national European Cohort of 5594 patients, *Scientific Reports*, (2021) 11:3246. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81844-x>
20. Jin, C. et al. (2020) Development and Evaluation of an Artificial Intelligence System for COVID-19 Diagnosis, *Nature Communication*, 2020, 11:5088. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18685-1>
21. ISO/IEC 2382-37:2017 (2017) *Information Technology, Vocabulary, Part 37: Biometrics*.
22. Kabi, A. et al. (2020) Post COVID-19 Syndrome: A Literature Review, *Journal of Advances in Medicine and Medical Research*. 32(24), pp. 289–295, 2020. Article No. JAMMR.64985.
23. Kim, J. H. et al. (2021) Looking Beyond COVID-19 Vaccine Phase 3 Trials, *Nature Medicine*, Vol. 27, February 2021, pp. 205–211. www.nature.com/naturemedicine
24. Laguarda, J. et al. (2020) COVID-19 Artificial Intelligence Diagnosis Using only Cough Recordings, *IEEE Open Journal of Engineering in Medicine and Biology*, September. <https://doi.org/10.1109/OJEMB.2020.3026928>
25. Liu, R. et al. (2020) The Comparative Superiority of IgM-IgG Antibody Test to Real-Time Reverse Transcriptase PCR Detection for SARS-CoV-2 Infection Diagnosis, *MedRxiv preprint*. <https://doi.org/10.1101/2020.03.28.20045765>
26. Lorenz, K. (1963) *Das Sogenannte Böse zur Naturgeschichte der Aggression*, Original edition: Verlag Dr. G Borotha-Schoeler.
27. Maggi, E. et al. (2020). COVID-19: Unanswered Questions on Immuneresponse and Pathogenesis, *Rostra, Journal of Allergy and Clinical Immunology*, Vol. 146, Issue 1, July 2020, pp. 18–22. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2020.05.001>
28. McEwen, B. S. (2000) Allostasis and Allostatic Load: Implications for Neuropsychopharmacology, *Neuropsychopharmacology*, Vol. 22, No. 2.
29. 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>
30. Minkin, V. A. (2017) *Vibraimage*, St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VI.2017>
31. Minkin, V. A. (2019) On the Accuracy of Vibraimage Technology, *Proceedings of the 2nd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology (English Edition)*. 25–26 June 2019, St. Petersburg, Russia, pp. 212–223. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.14>
32. Minkin, V. A., Blank, M. A. (2019) Psychophysiological Formation of the Period of Brain Activity, *Proceedings of the 2nd International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology*, 25–26 June 2019, St. Petersburg, Russia, pp. 148–156. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC2.EN.19>
33. Minkin, V. (2020) *Vibraimage, Cybernetics and Emotions*. St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VCE.2020>
34. Minkin, V. A., Bobrov, A. F. (2020) Health Diagnostics Using Assessment of Physiological Systems Signals Desynchronization. First Results of HealthTest Program Practical Applications, *Proceedings of the 3rd International Open Science Conference: Modern Psychology*.

- The Vibraimage Technology (English Edition). 25–26 June 2020, St. Petersburg, Russia, pp. 167–175. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.14.VC3.EN>
35. 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, Vol. 10, pp. 590–603. <https://doi.org/10.4236/jbbs.2020.1012037>
 36. Minkin, V. A., Blank, M. A. (2021) Psychophysiology and Homeokinesis. Synchronization of Presentation of Stimuli to Chronobiological processes, *Proceedings of the 4th International Open Science Conference: Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology*, 24–25 June 2021, St. Petersburg, Russia, pp. 9–16. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.EN.05>
 37. Novoseltsev, V. N. (1978) *Cybernetics and Biosystems*. Moscow: Nauka (In Russ.)
 38. Petzschnner, F. H. et al. (2021) Computational Models of Interoception and Body Regulation, *Trends in Neurosciences*, January 2021, Vol. 44, No. 1. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2020.09.012>
 39. Prakash, M. K. (2020) Quantitative COVID-19 Infectiousness Estimate Correlating with Viral Shedding and Culturability Suggests 68% Pre-Symptomatic Transmissions, *MedRxiv preprint*. <https://doi.org/10.1101/2020.05.07.20094789>
 40. Sechenov, I. (1952) *Selected works*. Vol. 1. Physiology and Psychology. USSR, SA. (In Russ.)
 41. Selye, H. (2013) *Stress in Health and Disease*, Butterworth-Heinemann.
 42. Sheikhzadeh, E. et al. (2020) Diagnostic Techniques for COVID-19 and New Developments. *Talanta*. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121392>
 43. Soares, F. et al. (2020) A Novel High Specificity COVID-19 Screening Method Based on Simple Blood Exams and Artificial Intelligence. <https://doi.org/10.1101/2020.04.10.20061036>
 44. Struyf, T. et al. (2020) Signs and Symptoms to Determine if a Patient Presenting in Primary Care or Hospital Outpatient Settings has COVID-19 Disease, *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2020, Issue 7, Art. No. CD013665. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013665.21>
 45. Tamar, H. (1972) *Principles of Sensory Physiology*, Charles&Thomas Publishers Springfield Illinois USA.
 46. Tao, J., Tan, T. ed. (2009) *Affective Information Processing*. Springer-Verlag London Limited. <https://doi.org/10.1007/978-1-80800-306-4>
 47. Tedros, A. (2020) WHO Director-General's Opening Remarks at the Media Briefing on COVID-19, 11 March 2020. <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
 48. Verity, R. et al. (2020) Estimates of the Severity of COVID-19 Disease, *MedRxiv preprint*. <https://doi.org/10.1101/2020.03.09.20033357>
 49. Weston, S., Frieman, M. B. (2020) COVID-19: Knowns, Unknowns, and Questions. *mSphere* 5:e00203-20. <https://doi.org/10.1128/mSphere.00203-20>
 50. Wiener, N. (1948) *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Paris, 1948, (Hermann & Cie) & Camb. Mass. (MIT Press); 2nd revised ed. 1961.
 51. Woolf, S. H. et al. (2021) COVID-19 as the Leading Cause of Death in the United States, *JAMA*, January 12, 2021, Vol. 325, No. 2. <https://jamanetwork.com>
 52. Wu, et al. (2020) Estimating Clinical Severity of COVID-19 from the Transmission Dynamics in Wuhan, China, *Nature Medicine*, Vol. 26, April 2020, pp. 506–510. www.nature.com/naturemedicine
 53. Wynants, L. et al. (2020) Prediction Models for Diagnosis and Prognosis of COVID-19: Systematic Review and Critical Appraisal, *BMJ* 2020;369:m1328. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.m1328>
 54. Yanin, E. P. (2000) *On the Toxicity and Medicinal Properties of Mercury (a short historical excursion), Ecological and Geochemical Problems of Mercury*. Moscow: IMGRE. pp. 161–179 (in Russ.).
 55. Zhang, W. et al. (2020) Mental Health and Psychosocial Problems of Medical Health Workers during the COVID-19 Epidemic in China, *Psychother Psychosom*, 2020, 89, pp. 242–250. <https://doi.org/10.1159/000507639>

A Case Study of Stress Measurement Using a Cybernetics Approach; Study of Experimental Sequence with Video and Audio Viewing

Yuji Mizukami

College of Industrial Technology, Nihon University,
Chiba, Japan, e-mail: mizukami.yuuji@nihon-u.ac.jp

Abstract: We focused on a non-contact type stress diagnosis system that mainly analyzes videos and examined its effectiveness. In the analysis, the subject was watched a video with sound and measured the change in stress level when watching a relaxing video and when watching a stressful video for 30 times. The results of the analysis suggest that the non-contact stress diagnosis system is capable of detecting stress conditions from images. However, the analysis in this paper is based on a very small sample of one subject.

Keywords: diagnostic imaging, vestibular reflex, support vector machines, vibraimage.

1. Introduction

There are several methods of measuring stress, which can be broadly classified into subjective evaluation methods that directly question the subject's way of thinking and feeling, and physiological evaluation methods that measure the subject's biological responses. Physiological evaluation methods include those that measure endocrine changes in the subject's body and those that measure autonomic nervous system activity. One of the author's series of researches is to conduct remote stress diagnosis of employees in remote work. In this paper, a system that uses Vibraimage technology to measure autonomic nervous system activity is used as a candidate system for remote stress diagnosis. In the analysis, we watched a video with sound and measured the change in stress level when watching a relaxing video and when watching a stressful video. In this paper, we prioritized the performance evaluation of stress measurement and conducted 30 repeated measurements on one subject. The results of the analysis suggest that the non-contact stress diagnosis system used in this paper is capable of detecting stress conditions from movies. However, the limitation of this paper's argument is that it is based on a very small sample of one subject, so further experiments are needed to generalize and discuss the results.

2. Definition of Stress in This Paper

In psychology, rapidly changing characteristics are defined as "emotions" (Ekman, 1999), while slowly changing characteristics are defined as "personality or psychological type" (Jung, 2016; Spielberger et al., 1983). In terms of mental health, when the impact of a stressor is long-term or strong, it can be a factor that causes a change in personality

or psychological type, for example, depression. The purpose of this paper is to identify the changes that occur when the impact of a stressor is short-term and limited to an emotional transformation, before a change in personality or psychological type occurs. Although mental and physical stressors are commonly cited as stressors, this paper will focus on mental stress.

3. Direction and Methodology of the Analysis

3.1. Experimental Sequence

Figure 1 shows the experimental sequence. The stressor was selected based on Nakano and Yamaguchi’s (Yamaguchi et al., 2007) evaluation of the performance of existing contact-type stress diagnosis systems, which showed a high response in the mental stress condition IV, “When a mental stressor is given and is considered to be an unpleasant stress condition (distress). viewing” was selected. In the experimental sequence, we measured the change in stress level between the relaxed and stressed video viewing.

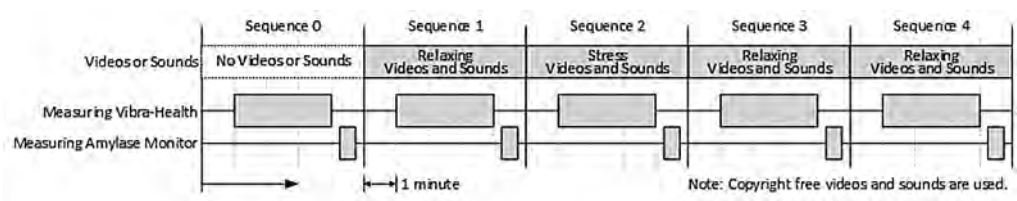


Fig. 1. Experimental sequence of stress measurement by video viewing

The application time of each stressor in the experimental sequence is 5 minutes based on Nakano and Yamaguchi (Yamaguchi et al., 2007), and consists of five sub-sequences: “No video (Sequence 0)” to understand the state before measurement, followed by “Relaxation video (Sequence 1)”, “Stress video (Sequence 2)”, followed by the relaxation video (Sequence 3), and finally the relaxation video (Sequence 4). It is assumed that audio is included in the video. The stress measurement is performed in two steps in each sequence: first, the non-contact type measurement is started one minute after the start of the sequence and completed three minutes later, and then the contact type measurement is started 15 seconds after the start of the sequence and completed 30 seconds after the start of the sequence.

In order to prevent operational differences in repeated measurements, the experimental sequence was created in advance as a single movie. In the experimental sequence, the explanation of the next step was superimposed 5 seconds before the next step in order to prevent the subject from lagging behind. In addition, ten different experimental sequences were prepared and randomly selected by a random function in Microsoft Excel. The relaxation videos are all the same, while the stress videos are 10 individual ones. The videos and audio were copyright free.

Since non-contact biomarkers are the target of measurement, it is considered necessary to verify the accuracy of the measurement using statistical methods. Therefore, the number of measurements should be increased and the variation of the measurement data should be evaluated together. A biomarker is an index that quantifies the biological response of a person by reading the concentration of biochemical substances contained in biological samples such as blood and urine (Yamaguchi et al., 2007).

3.2. Methods for Measuring Autonomic Nervous System Activity

As a method to measure autonomic nervous system activity, we used Vibra-Health Version 10.2 from Elsys, which uses Vibraimage technology. Vibraimage technology measures movement by a kind of reflex action called the “Vestibular-Emotional Reflex” (Minkin & Nikolaenko, 2008). The vertical position of a person’s head is maintained by the continuous reflex action of the cervical muscles under the control of the vestibular system in the presence of the Earth’s gravity. The Vibraimage technology measures the minute movements of the head and eyes. Figure 2 shows an example of the Vibra-Health measurement screen.

In psychology, it is customary to divide emotions into positive, negative, neutral, or physiological types (Russel, 1980; Scherer, 2005). In this paper, we aim to measure negative emotions; in Vibra-Health, the parameter groups of negative traits are Aggression, Stress, Tension (Anxiety), and Suspect (Suspicious). For these parameter groups, changes in the direction of decreasing parameter values from the statistical center characterize improvements in mental physiological status. Table 1 shows the parameter groups of negative characteristics of Vibra-Health.



Fig. 2. Vibra-Health measurement screen.

Note: The measurement was performed for 3 minutes in fixed contour mode

Table 1

Parameters of Vibra-Health				
Emotional Type	Parameters	Variable name	Emotion or Personality	Description
Negative	Aggression	x1	Emotion	Lorenz's definition of «Aggression» (Lorenz, 1963)
	Stress	x2	Emotion	Canadian endocrinologist Selye's definition (Selye, 1936)
	Tension (Anxiety)	x3	Emotion	Moretti's definition (Moretti et al., 2013)
	Suspect (Suspicious)	x4	Emotion	A person who is potentially dangerous on psychophysiological tests (Minkin, Tseluyko, 2014)

Defined by the author based on Minkin & Nikolaenko, 2008.

Table2

Binomial logistics regression analysis of subject A

Regression type		Binomial Logistics Regression	
Number of measurements		30	
Variable selection		Single	
Dependent variable		(y1)	Video Type (0: Relax, 1: Stress)
Negative	Aggression	(x1)	–
	Stress	(x2)	–
	Tension	(x3)	35.991 (0.991)
	Suspect	(x4)	–
<Constant>		14.677(9.144)	
AIC		14.748	

***p = 0.00, **p < 0.01, *p < 0.05, .p < 0.10

Stress: Watching stressing video and audio

Relax: Watching relaxing video and audio, or watching nothing at all

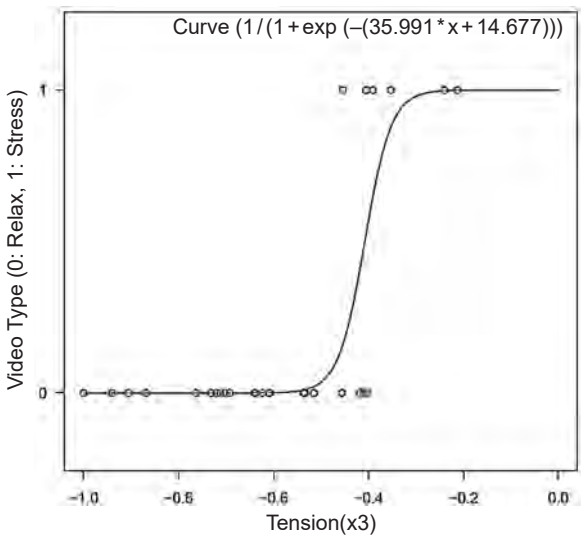


Fig. 3. Residual plot

4. Analysis Results and Evaluation

4.1. Measurement data

The measurement data is the result of repeated measurements of one subject, A. Subject A is a male in his 50's. Measurements were taken on December 13, 2020, 8:00–14:00. Each measurement was performed intermittently with a break in between. The test sequence consisted of 5 sub-sequences, so we obtained 30 analysis data for subject A.

4.2. Evaluation by Binomial Logistics Regression Analysis

The measurement results were subjected to binomial logistics regression analysis to verify whether the stress state was detected in the four parameters of negative emotions. The results of the analysis showed that Tension was significant at a significance probability of 10%. Table 3 shows the results of the binomial logistics regression analysis. Table 3 shows the results of the binomial logistics regression analysis. However, the explanatory power was weak because the constant was not significant at 10% significance probability. Figure 2 shows the residual plot of the binomial logistics regression analysis. Figure 3 shows the residual plot of the binomial logistics regression analysis, showing the possibility of misjudgment when Tension ($\times 3$) is between -0.6 and -0.2 .

Table 3

Factor analysis of subject A

Varimax / Promax			Promax			
Factor names and evaluation items			Factor Load		h2	u2
			ML1	ML2		com
Negative	Aggression	(x1)	0.640	−0.170	0.320	0.680
	Stress	(x2)	0.480	−0.200	0.390	0.610
	Tension	(x3)	−0.130	0.810	0.550	0.450
	Suspect	(x4)	0.650	0.450	0.940	0.060
SS loadings			1.180	1.020	With factor correlations of	
Proportion Var			0.300	0.260		
Cumulative Var			0.300	0.550		
Proportion Explained			0.540	0.460		
Cumulative Proportion			0.540	1.000		
					—	ML1
					ML1	1.000
					ML2	0.560
						ML2
						1.000

h2: Commonality, u2: Uniqueness, com: Complexity

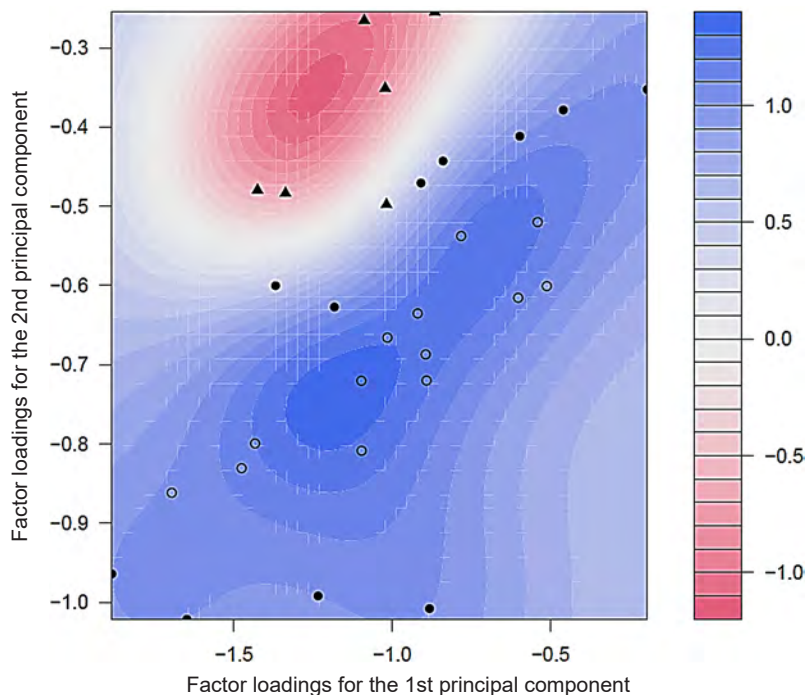


Fig. 4. Results of SVM analysis.

Note: Triangle watch stress video and audio

4.3. Factor Analysis and Evaluation with Support Vector Machines (SVM)

Factor analysis and support vector machine (SVM) analysis were applied to the measurement results to verify whether the stress state was detected. First, the four parameters of negative emotions were dimensionally compressed into two factors (two dimensions) by factor analysis. Table 3 shows the results of the factor analysis. In the factor analysis, we analyzed the Promax rotation. The cumulative contribution ratio was 0.550. The “psych” package of the statistical analysis software R was used to calculate the factor analysis.

Next, the results of the Promax rotation were analyzed using a support vector machine. In Figure 4, the vertical axis shows the overall stress level and the horizontal axis shows the overall relaxation state. In Figure 4, the vertical axis shows the overall stress level and the horizontal axis shows the overall relaxed state. The red area (top left) shows the stress state and the blue area (bottom center) shows the relaxed state. The triangles indicate that the subject watched the stress video. The circles indicate that the subject did not watch the stress video (i.e., watched the relaxation video or did not watch anything). The results of the analysis suggest that Vibra-Health was able to detect the stress and relaxation states in subject A. The “kernlab” package of the statistical analysis software R was used for the analysis using support vector machines.

As a result of the verification, the misjudgment rate was $0.033 < -(30 - 29)/30$. Table 4 shows the results of the misjudgment test of the SVM model.

Table 4

Results of misjudgment tests with SVM model

Items		Predicted value		Total
		Stress	Relax	
Real value	Stress	5	1	6
	Relax	0	24	24
Total		5	25	30

Stress: Watching stressing video and audio

Relax: Watching relaxing video and audio, or watching nothing at all

5. Discussion and Summary

In the analysis of this paper, we focused on a non-contact type stress diagnosis system that mainly analyzes videos and examined its effectiveness. In the experiment, 30 measurements were conducted on one subject. The results of the analysis suggest that the non-contact stress diagnosis system is capable of detecting stress conditions from images. However, the analysis in this paper is based on a very small sample of one subject. The limitations of this paper's argument are that it is difficult to generalize and discuss the results of this study. In the future, as further empirical research progresses, it is expected that generalizable verification will become possible.

There are five directions for future research. In this experiment, we were able to capture the tendency for Tension to change mainly in the four parameters of negative emotion. In the future, we may study the experimental method to change the other three parameters. Next, we may increase the number of subjects by controlling for age group, gender, and sleep duration, and proceed with verification of individual differences and differences in physical condition. In addition, the test sequence may be reviewed and improved to prevent subjects from becoming accustomed to repeated measurements and to prevent them from becoming less active, so that accurate measurements can be made repeatedly. Then, the accuracy of each parameter may be individually verified. Finally, we will conduct applied research to expand the possibilities of using the non-contact type stress diagnosis system.

Acknowledgments

I would like to thank Mr. Hisao Atarashi of ELSYS JAPAN for his technical advice. This research is a project of the Interdisciplinary Innovation Research Group, Department of Industrial Engineering, Nihon University.

References:

1. Ekman, P. (1999) Basic Emotions. In T. Dalgleish and T. Power (Eds.) *The Handbook of Cognition and Emotion*, Sussex, U. K.: John Wiley & Sons, Ltd., pp. 45–60.
2. Jung, C. G. (2016) *Psychological Types*, Martino Fine Books.
3. Lorenz, K. (1963) *Das Sogenannte Böse zur Naturgeschichte der Aggression*, Original edition: Verlag Dr. G Borotha-Schoeler.
4. 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, 2008, pp. 196–200.
5. Minkin, V. A., Tseluyko, A. V. (2014) Practical Results of Using Technical Profiling Systems to Ensure Transport Safety, *Transport law*, No. 3. (In Russ).
6. Moretti, D. V. et al. (2013) EEG Upper/Low Alpha Frequency Power Ratio Relates to Temporo-Parietal Brain Atrophy and Memory Performances in Mild Cognitive Impairment, *Front. Aging Neurosci.*
7. Russel, J. A. (1980) Circumplex Model of Affect, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 39, No. 6, pp. 1161–1178.
8. Scherer, K. R. (2005) What are Emotions? And How can They be Measured? *Social Science Information*, Vol. 50, 3–4, pp. 330–350.
9. Selye, H. A. (1936) Syndrome Produced by Diverse Nocuous Agents, *Nature*, Vol. 138, July 4, p. 32.
10. Spielberger, C. D. et al. (1983) *State-Trait Anxiety Inventory for Adults. Sampler Set. Manual, Instrument and Scoring Guide*, Consulting Psychologists Press.
11. Yamaguchi, M., Hanawa, N., Yoshida, H. (2007) Evaluation of a Novel Monitor for the Sympathetic Nervous System using Salivary Amylase Activity, *Transactions of Japanese Society for Medical and Biological Engineering* (in Japanese).

VibraMI93: A Real-time Assessment System of Adaptive Learning

Martin Tseng

Elsys Taiwan Co., Ltd., Taipei, Taiwan
martintys@gmail.com

Abstract: Paper-based multiple intelligences scales were often used to explore the learners' superior intelligences, however, a large amount of question might spend a lot of time and generate cognitive-loading for learners. It would cause instability in the evaluation results. This study was based on the VibraMI system structure, we integrated the Vibraimage technology and the theory of Multiple Intelligences and Successful Intelligence to develop the VibraMI93 real-time assessment system to investigate high school students' multiple intelligences. By using the Chinese version of Multiple Intelligences Developmental Assessment Scales (CMIDAS-C) as criterion, the MI93 scales showed good reliability and validities in multiple dimensions. A correlation analysis was concluded to evaluate the MI93 scales. The results suggest that the report of the VibraMI93 real-time assessment system be able to provide an adaptive learning foundation for learners promptly and precisely with theories and technologies.

Keywords: multiple intelligences; successful intelligence; vibraimage; adaptive learning.

Introduction

Educational researchers have put forward many different interpretations on human intelligences. Gardner's theory of multiple intelligences (Gardner, 1983; Gardner, 1993; Gardner, 2006) and Sternberg's triarchic theory of intelligence (Sternberg, 1988) are the most classic conceptions in the contemporary. They both believe that the traditional intelligence tests are only related to academic achievement, it cannot directly predict the achievement of future career or life satisfaction. Gardner and Sternberg are looking for useful intelligences in real life (WuTien Wu, 1997). Wu (WuTien Wu, 2008) also believes that academic intelligence does not necessarily lead to final success in real life. Creating intelligence and practical intelligence might be more influence the success or failure of future careers. Gardner proposed a total of nine intelligences in his academic research. In Successful Intelligence (Sternberg, 1996), Sternberg put forward the conceptions of successful intelligences, pointing out that successful intelligence is the combination of Analytical intelligence, Creative intelligence and Practical intelligence. Gardner's theory of multiple intelligences emphasizes the "content and performance results" of intelligences, compare with it, Sternberg's theory of successful intelligences embodies the "thinking, process and operation" of intelligences. The blend of the two theories would be a relatively complete description of human intelligence.

Wu (WuTien Wu, 2003) explained that "Although the Multiple Intelligences and the Successful Intelligence are different from the perspective of the contents and the

functions of intelligence. It not only does not conflict, but it can also be combined in two directions.” Multiple intelligences emphasize the content and performance results of intelligence, while success intelligence emphasizes the thinking process and operation of intelligence. In other words, an intelligent discussion must include these two dimensions at the same time to be a complete description. Wu analyzed multiple intelligences and successful intelligence in a two-dimensional cross-sectional analysis. That is, the design of multiple intelligence questionnaires should refer to the three elements of successful intelligence. For example, the following is a comparison between Verbal-Linguistic and three successful intelligences, and the following conclusions can be drawn.

Table 1

The cross-correlation analysis between Verbal-Linguistic Intelligence and Successful Intelligence theory

	Analytical intelligence	Creative intelligence	Practical intelligence
Verbal-linguistic	Comment analysis	Tell stories	Explain
	Explanatory prose	Poem	Describe
	Grammar	Novel	Guide
	Language	Fictional novels	Speech
	Oral memory	Drama	Negotiate

Gardner had used the combination of multiple intelligences and successful intelligence as the theoretical basis, leading scholars from Yale University and Harvard University to jointly conduct a five-year cooperative research project on “Practical Intelligence for School” (PIFS). After the post-evaluation, the PIFS program has achieved excellent results. It has significantly improved pupils’ academic achievements, increased their enthusiasm for learning, and strengthened their sense of responsibility for self-education.

Gardner (Gardner, 1983) opposes the classification of human intelligences to some specific intelligences. Gardner believes that everyone has all intelligences at the same time, but some intelligences is relatively superior, or of general level, and some intelligences are relatively weak. Everyone has his own unique intelligence combination, also known as Multiple Intelligences (MI) patterns. Wu (WuTien Wu, 1997; WuTien Wu, Maofa Jian, 2010; Daoyu Wu, WuTien Wu, 2010) made a further extension of Gardner’s research theory and proposes seven types of intelligence patterns: the Academic MI pattern, the Personal MI pattern, the Existential MI pattern, the Philosophical MI pattern, the Career MI pattern, the Science MI pattern, and the Arts MI pattern.

The theory of multiple intelligences is a theory based on brain neuroscience that completely proposes intelligence-related evidence. In a sense, the multiple intelligences assessment is to evaluate the development of neurons in various areas of cerebral cortex (Gardner, 1983). Shearer (Shearer, 2018) proves that multiple intelligence assessment is a measure of the neuron development in various areas of the cerebral cortex in a certain sense. In 2020, he further published a research report on brain neural networks and multiple intelligences highly consistent (Shearer, 2020).

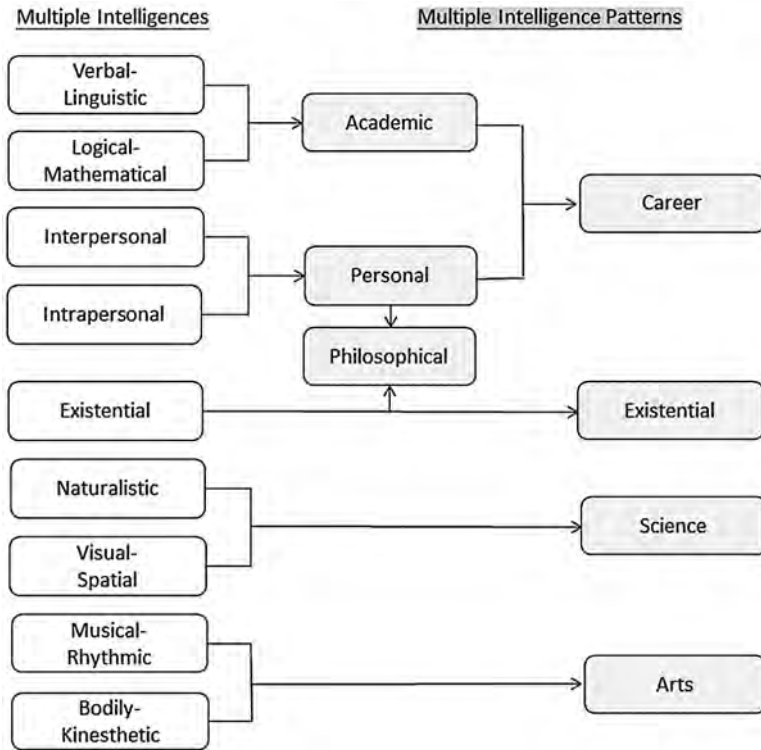


Fig. 1. Multiple intelligence Pattern diagram

The traditional multiple intelligences assessment mostly adopts “self-report scale”, which is often criticized for the reasons that the assessment time is too long, leading to boredom and distortion, or the subjects are easy to cheat, leading the results to deviation. There have appeared a number of researches in neurophysiology devoted to the analysis of movements of a person’s head, the work of a vestibular apparatus and the vestibular-ocular reflex (Minkin, 2017). Minkin (Minkin, 2017; Minkin & Myasnikova, 2018; Minkin & Nikolaenko, 2016) developed the Vibraimage technology to measure the human physiological micro vibration image change model caused by emotional fluctuations, and the irrepressible psychological and emotional changes of the current subjects were deduced.

Minkin and Nikolaenko (Minkin & Nikolaenko, 2017) proposed Vibraimage and Multiple Intelligences which adopted Gardner’s nine intelligences and added in three intelligences. Vibraimage technology is used to capture conscious answers and subconscious emotional image fluctuations in the process of subjects answering multiple intelligence questions. These subconscious fluctuation data will be fed back and corrected in the final answers to solve the difficult that the traditional “self-report scale” cannot capture the real psychological state. Due to the acceptance of the three new intelligences is generally not high in the Chinese education community, this study still uses Gardner’s 9 intelligences as the research subject.

This study uses the VibraMI93 system developed by Martin Tseng (Martin Tseng, 2020). Nine multiple intelligences and three successful intelligence are used as the design subjects. At the same time, the intelligence pattern type of the learner is also analyzed to fully recognize the integrity of intelligence.

The purposes of this study as follows:

1. To establish the reliability and validity of the multiple intelligences scale with few MI93 items questionnaire. Integrate Gardner's MI theory and Sternberg's successful intelligence theory design topic, make two-dimensional inspection and design of each of Gardner's intelligence from analytical intelligence, creative intelligence, and practical intelligence. Using few questions and better accurate scales can completely and quickly present the true state of every intelligence.
2. Combining with Vibraimage technology, developed a real-time evaluation VibraMI93 system to provide suggestions for learners' adaptive learning and future career directions.

Method

Participants

The sample of this study is two classes 59 senior high school students from senior high schools in Sansia, New Taipei city. The average age is 17 years old.

Instrument

1. Chinese Version of Multiple Intelligences Developmental Assessment Scales Form-C (CMIDAS-C).

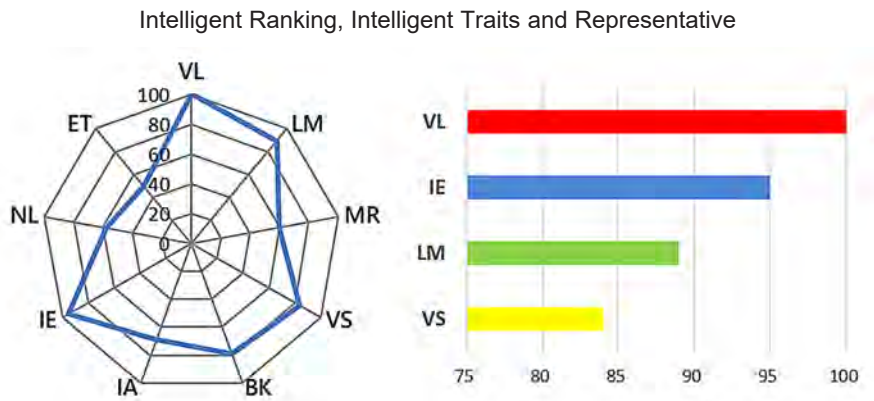
Shearer (Shearer, 1999) developed a self-reported multiple intelligences developmental assessment scales (MIDAS) questionnaire based on Gardner theory of multiple intelligences, which has been used and valued by many countries. The Chinese version was developed and revised by Wu (WuTien Wu, 2008), which Form-C (CMIDAS-C) is suitable for young people and adults aged 16 or above. The nine intelligences of CMIDAS-C including nine intelligence. Each intelligence dimension has 14 single choice questions, a total of 126 questions. The reliability and validity of the scale are good, with medium and high stability. The internal consistency reliability (α coefficient) ranged from .82 to .93, and the cross-correlation coefficient of each dimension was low to moderate, which showed that the subscales had the same function with discriminative validity.

2. MI93 questionnaire and VibraMI93 system Vibraimage has been applied to MI detection (Minkin & Nikolaenko, 2017). Based on the VibraMI technology, this study developed the MI93 questionnaire and VibraMI93 system. There are four questions for each type of intelligence, a total of 36 questions, including 27 questions about the cross-correlation between multiple Intelligences and successful Intelligence theory, and 9 questions that refer to and summarize the "individual project reliability" obtained from the academic research on the "observation variables" of each intelligence.

In the research process, six professors and scholars in the field of education were invited, based on their professional fields and practical experience. We referred to the research results of “Exploring and Inspiring Children’s Potentials” which published by the Taiwan Association for the Development of Adaptive Education (Taiwan Association for the Development of Adaptive Education, 2014), as a benchmark for MI93 performance evaluation and recommendations. After that, a small-scale pre-test had been conducted, and then the draft had been finalized for formal test implementation.

VibraMI93 system real-time output report and explanation

Table 2-1



%	Intelligence	Intelligence Traits	Representative
100	Verbal-Linguistic (VL)	▪ Outstanding performance in language comprehension, literary creativity and memory. ▪ Good at the use of oral or writing skills, can easily grasp the composition of language patterns, grammar and meaning, good at language expression. ▪ Suitable for career development: political activists, presenters, lawyers, speakers, editors, writers, journalists, teachers, etc. ▪ Typical subjects of study: literature, sociology, journalism, pedagogy, foreign languages, philosophy	Li bai Shakespeare Xu zhimo Louis Cha Leung-yung J.K. Rowling

Calculate the intelligence ranking, the intelligence percentage range is 50–100%, the design point is to explore and highlight the user’s superior talent intelligence. This ranking is only used as the result of the relative comparison of the intelligences of the subjects. It is meaningless to compare the percentages of certain intelligences with others.

Table 2-2

MI Patterns Analysis

	Link Strength	Pattern	MI Pattern Description
1	☆☆☆	Academic	The Academic intelligence pattern the ability to Do Things, which is composed of two intelligences, Verbal- Linguistic and Logical-Mathematics, and is also recognized as the " basic learning ability" as determined by the traditional IQ theory. These two intelligences and academic performance in schools have a certain degree of correlation, academic pattern of people has higher learning ability on the subjects and better performance in school performance, and their IQ assessment scores are usually higher than other students, these students have comparative advantages in career development in academic or research.

Human intelligence is multi-faceted, and the complete intelligence of an individual is formed by different strengths and weaknesses. According to the strengths and weaknesses of the intelligence combination, the ranking of the seven intelligence patterns was analyzed, allowing individuals to understand their own strengths in a deeper level.

Table 2-3

Multiple intelligences correspond to the ISCED-F2013

No	Narrow field	Discipline Cluster			
041	Business and administration	Management	Finance	Law and Politics	
061	Information and Communication Technologies	ITCs	Management		
071	71 Engineering and engineering trades	Engineering	Earth and Environment	Management	

The MI ranking is based on the ISCED-F 2013 standard published by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, as well as the subject classification of the Ministry of Education of the ROC, for reference to recommended Universities Departments. (International Standard Classification of Education Fields of Education and Training, 2013).

Table 2-4

Superior intelligences corresponding to Discipline Cluster and possible career development

	Link	Discipline Cluster	Career Suggestions
1	☆☆ ☆☆	Society and Psychology	Education and training, Human resources specialists, Marketing planners, Clinical/Consulting psychologists, Medical practitioners, Social workers, Sociology researchers, Anthropology researchers, Social research, School administrators, Teachers, Related Personnel of Public Institutions, etc.

According to the results of Narrow Field, the superior Discipline Cluster are mapped out according to the strength of the relevance, so as to obtain a suitable career recommendation report after graduating from the university.

Results

1. Test-retest reliability of MI93 questionnaire.

The kappa value of the first test (T1) and the second test (T2) is .67, which shows that the MI93 questionnaire developed in this study has high reliability.

2. Expert content validity of MI93 questionnaire.

Six professors in the field of multiple intelligences and two senior high school teachers were invited to evaluate the appropriateness of the items after the design of the scale questionnaire, the MI93 questionnaire scale has expert content validity.

3. Criterion-related validity of CMIDAS-C questionnaire and MI93 questionnaire.

The results of correlation analysis show as follows. Table 3 is the correlation table of the results of the first test. The results of the second test are listed in Table 4. The criterion — related validity of the two questionnaires were significant in eight dimensions of multiple intelligences, respectively. The results showed that the MI93 questionnaire could measure at least eight dimensions of multiple intelligences. However, there was no significant correlation between musical intelligence might be due to the questionnaires and insufficient sample size. The detailed reasons would be further discussed in the following studying.

Table 3

Test first criterion-related validity of CMIDAS-C questionnaire and MI93

	VL	LM	MR	VS	BK	IA	IE	NL	ET
VL_T1	.73***								
LM_T1		.57***							
MR_T1			-.16						
VS_T1				.37*					
BK_T1					.59***				
IA_T1						.52***			
IE_T1							.67***		
NL_T1								.62***	
ET_T1									.58***

Note: T1 was test first; *.<.05, **<.01, ***<.001

Table 4

Test second criterion-related validity of CMIDAS-C questionnaire and MI93 questionnaire

	VL	LM	MR	VS	BK	IA	IE	NL	ET
VL_T2	.79***								
LM_T2		.48**							
MR_T2			-.18						
VS_T2				.38*					
BK_T2					.65***				
IA_T2						.48*			
IE_T2							.69***		
NL_T2								.67***	
ET_T2									.47*

Note: T2 was test second; * $<.05$, ** $<.01$, *** $<.001$

Discussion and conclusion

This study focuses on the development of VibraMI93 real-time evaluation system based on vibraimage technology, the reliability and validity of MI93 questionnaire between CMIDAS-C questionnaire and MI93 questionnaire. The results of the first and second tests showed that there were up to eight dimensions of multiple intelligences between the CMIDAS-C questionnaire and the MI93 questionnaire respectively, which indicated that the MI93 questionnaire designed by integrating the theories could be used by the learners to evaluate their multiple intelligences in these dimensions. By the limitation of limited participants, the test-retest reliability has reached an ideal state of .67, which proves the value of this study. The results showed that the MI93 questionnaire could measure at least eight multiple intelligences.

As for the music intelligence were no significant, it might be due to almost half of the MIDAS's questionnaires are focused on the enjoying of music (6/14 questionnaires), which is regarded as a part of music intelligence. However, in the MI93 questionnaires, it was focusing on the analytical, creative and practical ability of musical intelligence. The goal is to identify the correlation between music intelligence and further studies. There is no direct assessment of the subjects' interest in music appreciation, leading to predictable differences between the two.

At the application perspective, the real-time evaluation report produced by VibraMI93 system would be explained by professional lecturers. Learners will be able to understand their superior intelligence appropriately in a shorter time, and provide suggestions on their major and career. It should be helpful for learners' adaptive learning and career. The future research will expand the diversity of sample size and norm by VibraMI93 system, and continuously improve the accuracy of it to help learners' adaptive learning by using the context of design-based research proposed by Brown (Brown, 1992).

References:

1. Brown, A. L. (1992) Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings, *The Journal of the Learning Sciences*, 2 (2), pp. 141–178.
2. Daoyu Wu, WuTien Wu (2010) An Exploratory Study on the Multiple Intelligences of Senior High School Students, *Quiz Journal*, the second issue of the fifty-seventh series.
3. Gardner, H. (1983) *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books.
4. Gardner, H. (1993) *Multiple Intelligences: The Theory in Practice*. New York: Basic Books.
5. Gardner, H. (2006) *Multiple Intelligences: New Horizons in Theory and Practice*. New York: Basic Books.
6. Martin, Tseng (2020) *Understanding Multiple Intelligences, Your Child is a Genius*. Taipei. Elsys Taiwan. ISBN 978-986-99037-0-3
7. Minkin, V. A. (2017) *Vibraimage*. St. Petersburg, Renome.
<https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VI.2017>
8. Minkin, V. A, Nikolaenko, Y. N. (2017) *Vibraimage and the Multiple Intelligences*. St. Petersburg, Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VIMI.2017>
9. Minkin, V. A., Myasnikova, E. M. (2018) Using Vibraimage Technology to Analyze the Psychophysiological State of a Person during Opposite Stimuli Presentation, *Journal of Behavioral and Brain Science*, 8, pp. 218–239. <https://doi.org/10.4236/jbbs.2018.85015>
10. Minkin, V. A, Nikolaenko, Y. N. (2016) Psychophysiological Testing of a Tendency to Cyber Addiction in the Aspect of Unconscious Patterns of Human Behavior. *Scientific Opinion*, 15, pp. 20–29.
11. Shearer, C. B. (1999) *The MIDAS: A Professional Manual*. Kent, OH: MI Research & Consulting.
12. Shearer, C. B. (2018) A Detailed Neuroscientific Framework for the Multiple Intelligences: Describing the Neural Components for Specific Skill Units within Each Intelligence, *International Journal of Psychological Studies*, 11 (3), pp. 1–26.
13. Shearer, C. B. (2020) A Resting State Functional Connectivity Analysis of Human Intelligence: Broad Theoretical and Practical Implications for Multiple Intelligences Theory. *Psychology & Neuroscience*, Advance online publication.
14. Sternberg, R. J. (1988) *The Triarchic Mind: A New Theory of Human Intelligence*. New York, NY: Viking.
15. Sternberg, R. J. (1996) *Successful Intelligence: How Practical and Creative Intelligence Determine Success in Life*. New York, NY: Simon & Schuster.
16. Taiwan Association for the Development of Adaptive Education (2014) *Exploring and Inspiring Children's Potentials*. Taipei.
17. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. International Standard Classification of Education Fields of Education and Training 2013 [EB/OL]. UNESCO, 2013. <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/international-standard-classification-of-education-fields-of-education-and-training-2013-detailed-field-descriptions-2015-en.pdf>.
18. WuTien, Wu (1997) The Integration of Gardner and Sternberg's Intelligent Construction Model and the Discussion of Personnel Intelligence. Taipei: *Gifted Education Quarterly*, Issue 65.
19. WuTien, Wu (2003) Multiple Intelligences and School Management [J], *Educational Research*, 2003, 110, pp. 20–40.
20. WuTien, Wu (2008) *CMIDAS-C instruction handbook*. Taipei: Psychological Publishing. (CMIDAS-C)
21. WuTien, Wu, Maofa Jian (2010) The Concept and Appraisal of Personnel Intelligence, *Special Education Research Journal*, 18, pp. 237–255.

Plants Study through Computational View

Jasper José Zanco¹, Pedro Boff², Mari Ines Carissimi Boff³

¹Ânima Educação — Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), Grupo de Pesquisa em Produção e Biotecnologia Vegetal, Tubarão, Santa Catarina, Brasil

²Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão Tecnológica (EPAGRI), Laboratório de Homeopatia Saúde Vegetal, Lages, Santa Catarina, Brasil

³Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Programa de Pós-Graduação Em Produção Vegetal (PPGPV), Lages, Santa Catarina, Brasil,

jasper.zanco@animaeducacao.com.br

Abstract: *The use of images, sensors and mathematical algorithms can assist in the technical attribute generation, facilitating of the health status plants diagnosis. Combined with this, the computer vision provides a non-destructive and non-invasive strategy in the collection of samples and quality-quantitative analysis of plant propagules, as well as subserving the preservation of plant organs, in case any kind of physical evidence is needed. With this in mind, the aim of this research was to identify signs of homeopathies applied to purslane plants (*Pilea microphylla* (L.) Liebm.), Using computational algorithms. The work of capturing the images was carried out in the ANIMA-UNISUL's laboratory. To assess the plants, based on the images, algorithms from VibaHT software and ImageJ (64-bit Java 1.8.0_172) were used. The images were generated by webcam (online) and ultrahigh dilution (UHD) applied for 14 days. Two cameras were used: with a “blue” filter to capture the near infrared and normal ultraviolet filter, both, with precision of 640 × 480 pixels and 1920 × 1280 pixels, respectively. After capturing the images — (i) before and (ii) after the UHD application — mathematical analyzes were performed. The number of samples of pots with plants was small (4), but the number of repetitions of the experiment (20) was sufficient to identify significant differences at the level of 1% of probability between the images before and after the application of UHD. The algorithms used were also robust to identify the signs of UHD on the surface of purslane leaves.*

Keywords: plants, UHD, microvibration, NIR, NDVI, vibraimage, VibaHT.

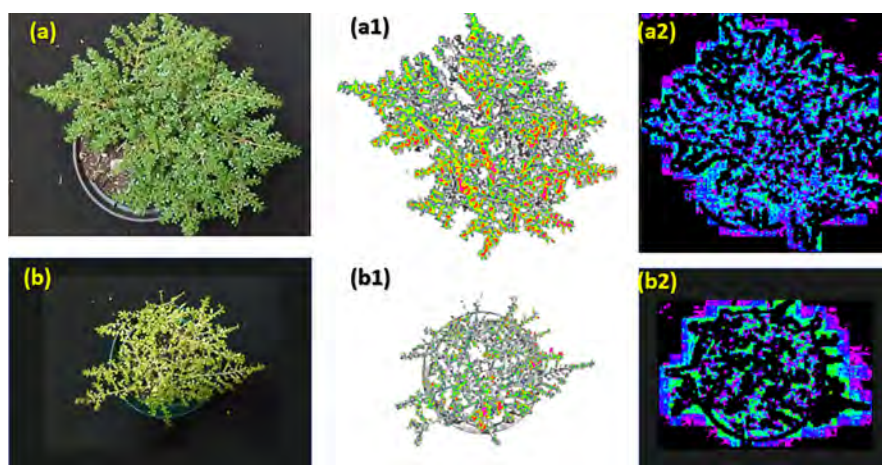
Introduction

Image analysis for diagnosis of plant health status is well known (Zanco et al., 2021), and an area of computing that has a strong influence on this dimension of knowledge is “computer vision” (Patricio & Rieder, 2021). In this sense, images can be seen as a fundamental part of the computer vision methodology, improving our level of understanding and automating the process of human visual learning (Akimov & Minkin, 2020; Chouhan et al., 2021) and assisting in contactless and non-destructive investigation for plants (Zanco et al., 2021). On the other hand, *ultrahigh dilution* (UHD) applied to agriculture lacks fast and efficient methodologies for necessary decisions, which most of the time happens in brief periods during the management of plants in the field. The application of technologies related to images contributes and offers a powerful support for these decisions

The objective of this work was to identify, through laboratory tests, techniques for collecting images that could respond and to identify, in a short time, the activity of UHD in plants, as a future possibility for quality control in agrohomoepathic management.

Methods

The study was carried out on the premises of the University of the South of Santa Catarina, belonging to the Ânima Educação group. During the two-week period, tests were carried out to identify the condition that best captured measurable images of native plants in the region. After initial tests, a purslane species, *Pilea microphylla* (L.) Liebm., Belonging to the Urticaceae family (Fig. 1) was chosen.



Font: authors (2021)

Fig. 1. Purslane plants with regular (a) and low (b) photosynthetic activity and respective NIR (a1, b1) and VibraHT (a2, b2) images

In the laboratory a bench was set up with two cameras, one of them generic in low resolution (640×480 pixels), which allowed reaching a minimum pixel of $145 \mu\text{m}$ ($640 \times 480 \text{ px}$), which was modified to generate images, replacing the original lens filter for another “blue”, purchased at <http://publiclab.org>. Another camera, Logitech C270 HD 720p®, was installed at the same resolution, to measure signals in the plant without the use of filters. The distance between the cameras and the position of the plants was 30 cm. Also, so that there was no variation in light during the experiment, the images were generated under artificial lighting, with an LED lamp, measured between 3600 to 4180 lux (Fig. 2), using a Digital Lux Meter LD-200 Instrutherm luxmeter.

The capture and partial analysis of the images was carried out initially with the VibraHT program (Minkin et al., 2020) provided through a partnership between the Research Group on Plant Production and Biotechnology (Anima-UNISUL) and the company Elsys Corp, St. Petersburg, Russia. After the images were generated by VibraHT, they were transferred to the free software ImageJ. The images generated before and after treatment with UHD were compared. The chosen UHD (Magnetitum)

was provided by the company Homeopatia Rural (<https://nossofoco.eco.br/wp-content/uploads/2020/05/Cartilha-Homeopatia-Rural-1.pdf>) and its main characteristic was the shape of preparation, according to the Brazilian Homeopathic Pharmacopoeia (2015): with dilution suctioned in the 250 millesimal (CCLM).

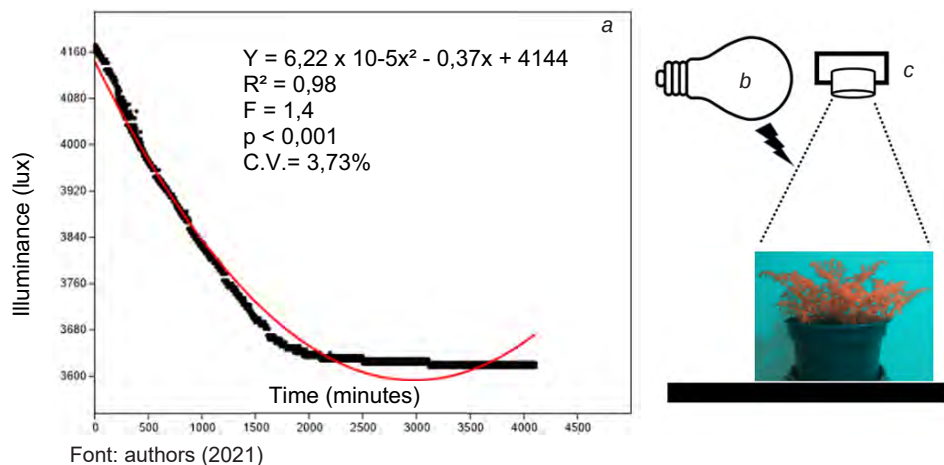


Fig. 2. Behavior of light intensity density (a) measured at the location of the experiment, emitted by an LED lamp (b) on the analyzed plants. The camera lens (c) formed a 90 degree angle on the surface of the bench and on the apex of the plants in the pots (d)

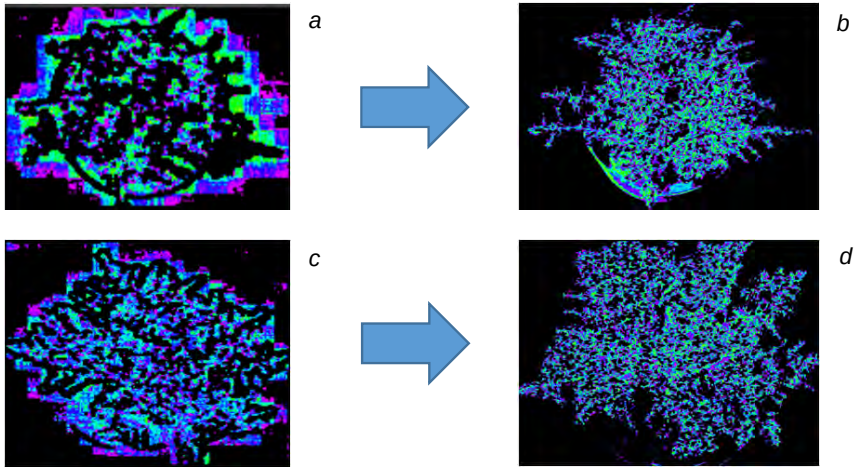
To generate the images, purslane plants were placed on the benches and photographed every 10 seconds for 12 hours. Then, the generated images were collected (“stacked”) in AVI format (Audio and Video Interlayer file), with 1 frame per second (fps). After that, the first stage of the analysis was to take the AVI video to read the VibraHT program that transforms the images into numerical data (Minkin, 2020; Akimov & Minkin, 2020). The second step was to perform the same analysis of the VibraHT images, but, within the ImageJ program, using other numerical algorithms (Zanco et al., 2021).

The experiments were repeated 10 times for each analyzed plant. During this procedure, the same plant was treated with UHD, more than once, depending on the duration of the experiment. The repetition took place alternately: one day with treatment and another day without any treatment, totaling 20 days of experiment.

Results

After analyzing the images referring only to the model generated in VibraHT, without the participation of a NIR filter, it showed a signal, but with less intensity in the image’s pixels (Fig. 3).

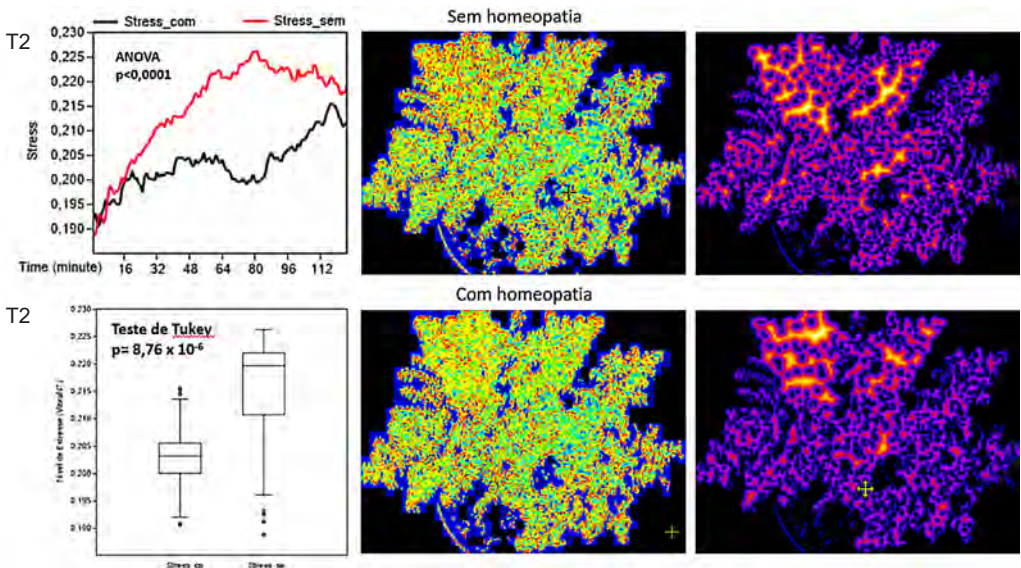
As the tests were conducted and partial results appeared, the dimension that the model was able to identify the signs of UHD in plants became evident. A fundamental part of the experiment was to transform a common camera into another capable of measuring the near infrared spectrum (near infrared — NIR), as well as, the separate analysis of the NIR images, all showing the signs of the application of UHD (Fig. 3).



Fonte: authors (2021)

Fig. 3. Analysis of the application of UHD using the “blue” filter and the analysis with VibraHT, where two plants were treated: with less photosynthetic activity (a: with UV filter; b: with blue filter) and greater photosynthetic activity 4.2 (c: with UV filter; c: with blue filter)

Then, the experiments showed results with more significant differences when there was a combination between the images in the near-infrared (NIR) spectrum and the VibraHT (Fig. 4), implying in less imaging time.



Font: authors (2021)

Fig. 4. UHD applied to plants using NIR-VibraHT image analysis, with observation of the T2 parameter, generated by VibraHT

Discussion

The algorithm processing of VibraHT software was fundamental in the research carried out by different applications (Minkin, 2020; Minkin et al., 2020; Akimov & Minkin, 2021), and with that, they managed to differentiate very different situations, demonstrating microvibrational signals hitherto unheard of for the diagnosis of COVID-19. This extraordinary result aroused our expectations regarding research with biophotonics, which guided a partnership with Elsys Corp researchers to use the VibraHT software in the analysis of plants.

Another fundamental aspect was the use of a blue filter to modify the light input of the digital camera. Through this change, it was possible to block most of the visible light in a channel and then use that channel for near infrared light. This favored that the camera could be used to take simultaneous photos of visible and infrared light — one in the red channel, the other in the blue channel (discarding the green channel). The wavelength generated with the use of a blue filter was close to 450 nm, therefore, capable of measuring some change in the photosynthetic level, since chlorophyll absorbs this wavelength of light.

In general, the pixel intensity was significantly expressive with the help of the blue filter associated with VibraHT, as shown in Figures 5 and 6, below.

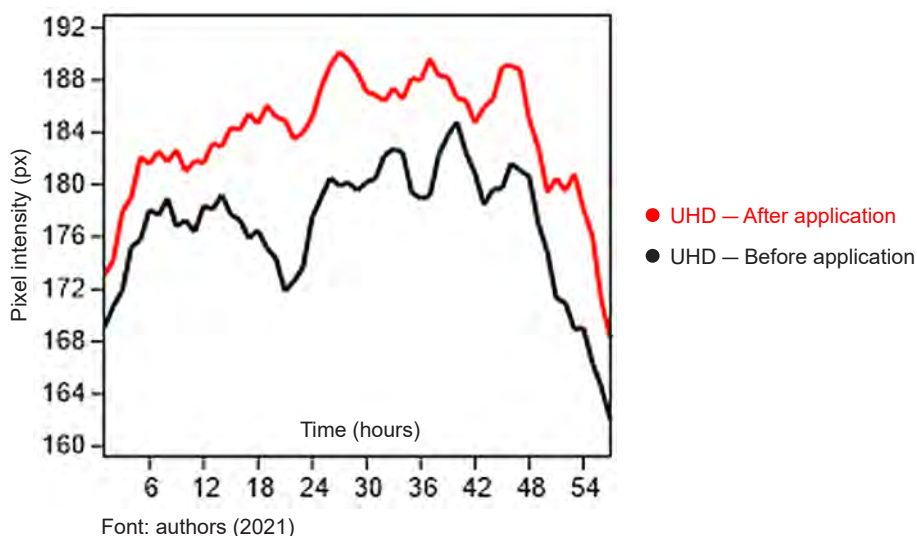
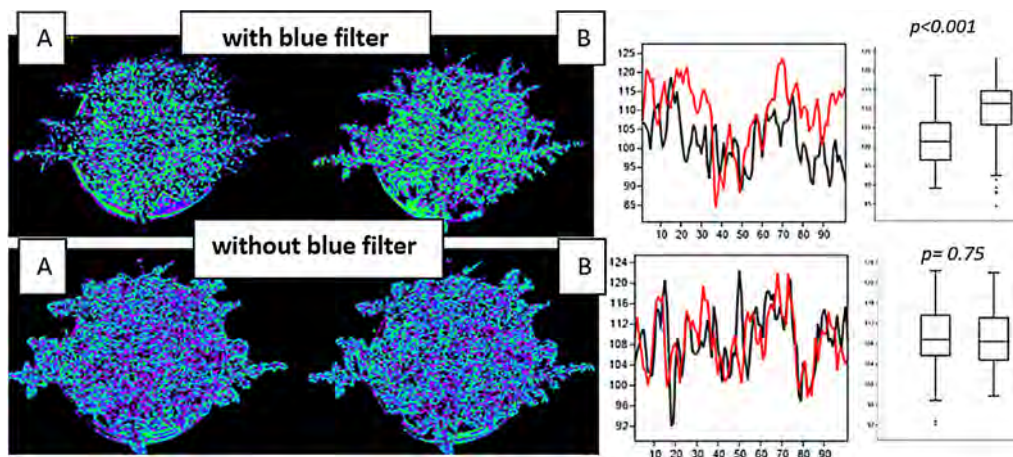


Fig. 5. Average pixel intensity of the images, referring to 10 repetitions, before and after the application of homeopathy

When the images were measured separately, as to the ability to show signs of the application of UHD, using the blue filter or just the normal image from the camera, the result showed the advantage of combining VibraHT with NIR (Fig. 6), although, the variables and parameters measured in VibraHT indicate sensitivity to identify the signs of UHD.



Font: authors (2021)

Fig. 6. Presentation of VibraHT images, with and without the use of a blue filter, before (A) and after (B – 20 minutes) the application of UHD, using numerical variables generated in ImageJ®

The variables of the image analysis used by VibraHT refer to human psychophysiological states and, therefore, difficult to be transposed to a plant analysis. Even so, in Figure 6, there is a trend in which these parameters seem to corroborate the analysis of pixels used to evaluate the experiment.

Considering also these internal variables generated by VibraHT and without the use of the NIR filter, there were significant differences in the signs, before and after the application of UHD, as can be seen in Figure 7, below.

Although the signs of water application and UHD (via leaf) are not well differentiated through the VibraHT T2 variable (Minkin, 2020), it is possible to see, in Figure 7, that UHD and its signs in the plant take longer to mitigate its effects than water (control). This difference is not due to alcohol because in the application water was chosen as the only vehicle for Magnetitum UHD. Another aspect observed in the evaluation of the experiments are unexplained variations regarding the measurement period (day or night) and the prolonged period of the evaluations in which the plants were subjected to water treatment (control) and UHD.

When UHD and water were compared, using the modified camera with a blue filter, the VibraHT + NIR images showed little difference in relation to T2 variable, but were statistically relevant for T7 variable (Fig. 8). This behavior shows the need to continue the research, in order to understand the other mathematical variables included in VibraHT.

In Figure 8, the measures of T2 and T7 (Minkin, 2020) are compared, according to the application of UHD, observed in the VibraHT and NIR images, together.

As seen in Figure 8, the use of the filter camera was more sensitive to the change signaled by UHD when measured through T7 variable.

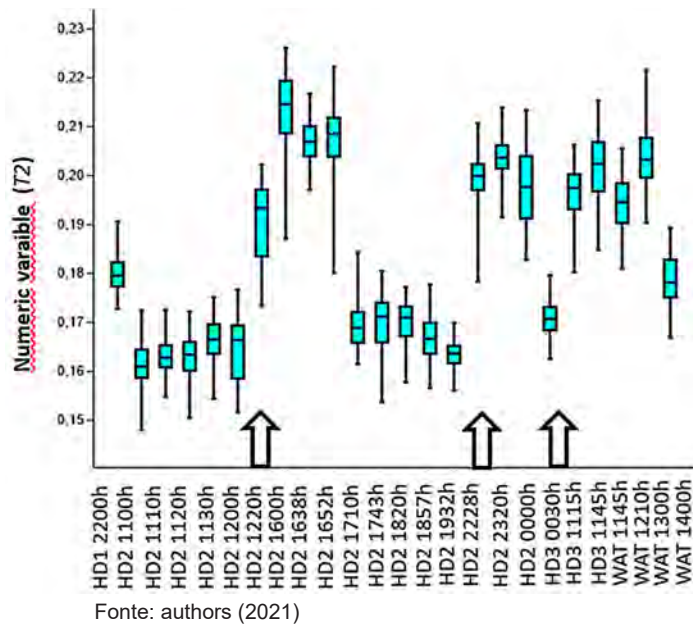


Fig. 7. Presentation of VibraHT® images, with 120 seconds samples, without the use of a blue filter, before (A) and after (B) the application of UHD. Abbreviations: H = UHD; D1, D2 and D3 = day one, two and three; WAT = water. And the leaked arrows show the moment of application of UHD or water

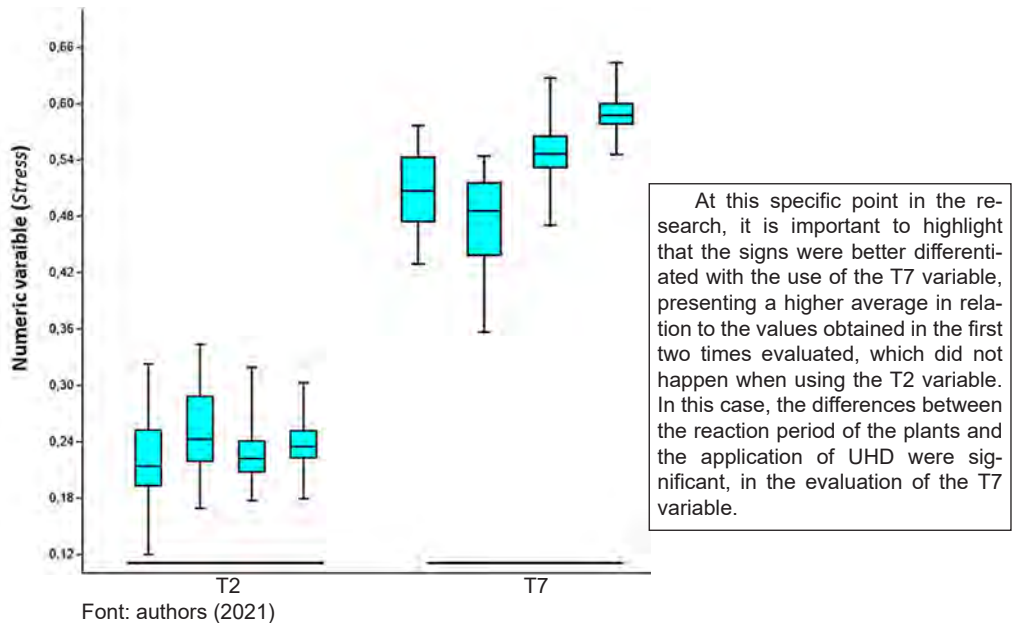


Fig. 8. Differences between T2 and T7 variables, generated by VibraHT, after the application of UHD and using a blue filter camera

Conclusion

The images generated by VibraHT were sufficient to find signs of homeopathies applied to plants, however the use of the blue filter, enhanced the ability of the imaging system to recognize the signs. On the other hand, the application of water (control) in the plants was also noticed in the VibraHT images and, in this case, there was a significant difference only when the NIR images were analyzed together with the VibraHT images.

The results found in this research are extremely important because they demonstrate the efficiency of the proposed image analysis technology, in addition to having an unprecedented component in the measurement of plants in real time. The model awakens a great potential for the management of plants, in the anticipation of decisions and in the evolution of non-destructive and non-invasive sampling techniques.

The flexibility of using the computer vision technology developed in VibraHT can even assist laboratory and agronomic fieldwork using dynamic images from drones, smartphones or any variety of video capture equipment.

References:

1. Akimov, V. A., Minkin, V. A. (2021) Determination of Significant Behavioral Parameters on COVID-19 Diagnosis by Artificial Neural Networks Modeling, Proceedings of the 4th International Open Science Conference: Modern Psychology. The Vibraimage Technology, 24–25 June 2021, St. Petersburg, Russia. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.VC4.EN.06>
2. Chouhan, S. S. et al. (2021) Leaf disease segmentation and classification of *Jatropha Curcas L.* and *Pongamia Pinnata L.* biofuel plants using computer vision based approaches. Measurement 171 (2021) 108796. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108796>
3. 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, 590–603, <https://doi.org/10.4236/jbbs.2020.1012037>
4. Minkin, V. (2020). Vibraimage, Cybernetics and Emotions. St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VCE.2020>
5. Patricio, D. I., Rieder, R. (2018) Computer Vision and Artificial Intelligence in Precision Agriculture for Grain Crops: A systematic review, Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 153, October 2018, pp. 69–81. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.08.001>
6. Zanco, J. J., Boff, P., Minkin, V. A. (2013) Análise de sinais bioeletrográficos em sementes de feijão-branco tratadas com altas diluições. Disponível em: https://www.vibraimage.it/Bibliography/Engl/2013/resumo_expandido_2013.pdf
7. Zanco, J. J. et al. (2021) Biophotonic in Azuki Bean Seeds Treated with Ultrahigh Dilutions. Research, Society and Development, [S. l.], Vol. 10, No. 2, pág. e26110212462, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12462>

Emotions Research of District Militias by Vibraimage Technology

Yu Chen

Kangqi Technology Development Co., Ltd, China,
kqelsys@vip.163.com

Abstract: Emotions consider as a subjective experience with physiological activation and external expression. While several emotions cannot be judged through visual observation or expression recognition system, which are called “potential emotions”. Analysis and judgment of potential emotions of militias through vibraimage technology will be helpful for improving management efficiency and promoting the accuracy of ideological and political work.

Keywords: emotions, vibraimage, militia, psychophysiological testing.

Introduction

Emotions (Fu Xiaolan et al., 2016) are the states accompanying people during the process of their work, life and study, etc., the expression of which can just present different personalities of people. For a team, a timely and objective evaluation of the emotional state of team members will be helpful for the implementation of work plans. The strengthening of team cohesion and the promotion of a sense of worth among members; meanwhile, emotional problems of members can also be timely found, thus concerns and adjustments can be given to ensure that the members gain enough attention and the sense of participation in their team, so as to improve the cooperative combat capacity of the team.

Emotions are the basic motivation of organic entities and a group of organized reactions, which can trigger corresponding reactive modes of a large numbers of body organs (e.g. face, heart and endocrine system etc.) at the same time (Tomkins, 1962). Emotions can be divided into subjective experience, external expression and physiological activation (Izard, 1991). The external expression of emotions is generally called facial expression, that is, the emotions are expressed through muscular movements at different parts. Physiological activation refers to the physiological reactions and changes generated by emotions, which is related to the comprehensive nervous system, e.g. the frontal lobe cortex, brainstem, central nervous system, autonomic nervous system, secretory system and somatic nervous system.

Emotions are measured by vibraimage technology (Minkin, 2017; 2020) using inter-frame difference accumulation in the video images. The vibrational frequency and amplitude of pixels are calculated through equations and depends on different emotional states of testee.

Materials and Methods

Vibraimage technology was adopted to test 61 soldiers and cadres at the armed forces department of a district, whose age was from 18 to 56, gender or position of them was not identified in this analysis, and statistical analysis of the data was done after the test through Excel2016 and Version 25 of SPSS. The psychophysiological testing by VibraMed program based on vibraimage technology (Minkin, 2020), was adopted for this test, and the test time was 30 seconds per person. The equipment used includes 2 Lenovo laptop computers (one has i5-8250U/4GDDR processor, the other i7-8550U/8GDDR, 1 desktop PC (i5-6500/4GDDR), and 3 Microsoft 1080 cameras. Data analysis includes emotional and psychophysiological parameters: Aggression, Stress, Tension, Balance, Charm, Energy, Self-Regulation, Inhibition, Neuroticism, Depression and Happiness (Minkin&Myasnikova, 2018; Minkin, 2020).

Distribution of Emotional Parameters

Distribution of Average Number of Mean and Extreme Value of Each Parameter given in Table 1.

Table 1

Distribution of Mean and Extreme Values of Emotional Parameters

Name of parameter	Minimum norm value	Maximum norm value	Average mean value	Average minimum value	Average maximum value
Aggression	20	50	40.99	19.71	51.65
Stress	20	40	31.70	26.58	37.63
Tension	15	40	30.19	14.45	47.80
Balance	50	100	64.38	48.64	78.32
Charm	40	100	72.49	60.73	79.16
Energy	10	50	23.04	12.74	28.78
Self-Regulation	50	100	67.77	58.42	77.22
Inhibition	10	25	16.74	11.99	25.14
Neuroticism	0	50	28.99	2.09	35.42
Depression	20	50	26.24	17.32	29.80
Happiness	20	100	38.46	25.80	46.86

It can be known from Table 1 that the average number of mean value of parameters is within the normal scope. Both the minimum and maximum value of the Aggression parameter (referring to the mean value of corresponding parameters in the 61 copies of data) are beyond the normal scope, indicating that the testees are of their professionalism and a straightforward character. Stress parameters are within the normal scope, indicating that the average Stress of testees is within a normal scope. Both minimum and maximum values of Tension are beyond the normal scope, indicating that anxiety or tension generally exists among the testees. The minimum value of Balance is beyond the normal scope, indicating that the physical health condition of some testees is not that good, whose main reasons are dizziness and headache, etc., caused by various diseases. The levels of Charm, Energy and Self-Regulation are within the normal scope. The maximum value of Inhibition is beyond the normal scope, indicating the existence of conditions in which parts of testees inhibit their own thinking and behavior. The minimum value of Depression is lower than the normal scope, indicating that the depression level of testees is low, that is, most of them are optimistic without any depressive emotion. The Happiness level is within the normal scope, indicating that the testees are generally satisfied with their own environment and state.

Figs 1-1; 1-2 and 1-3 shows data from Table 1 in graph form.

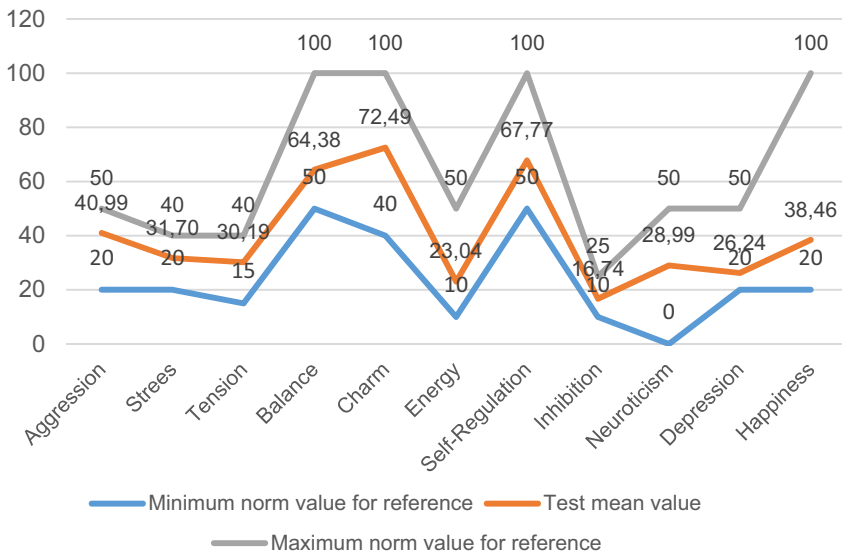


Fig. 1-1. Comparison between the mean and extreme value of the test mean value

It can be seen from Figure 1-1 that the average number of all test mean values is within the normal scope.

Under normal conditions, the minimum test value (mean value) should be larger than the norm value. From the above figure, it can be seen that the minimum test value of Aggression, Tension, Balance and Depression parameter is lower than the norm value while at a critical state, thus there is no abnormality.

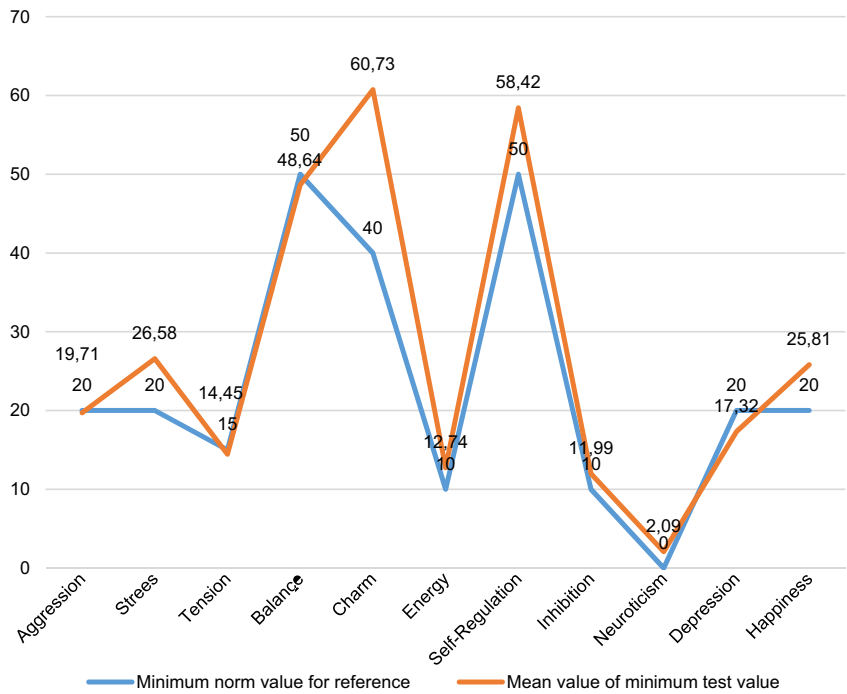


Fig. 1-2. Comparison between the test minimum value and the minimum norm value

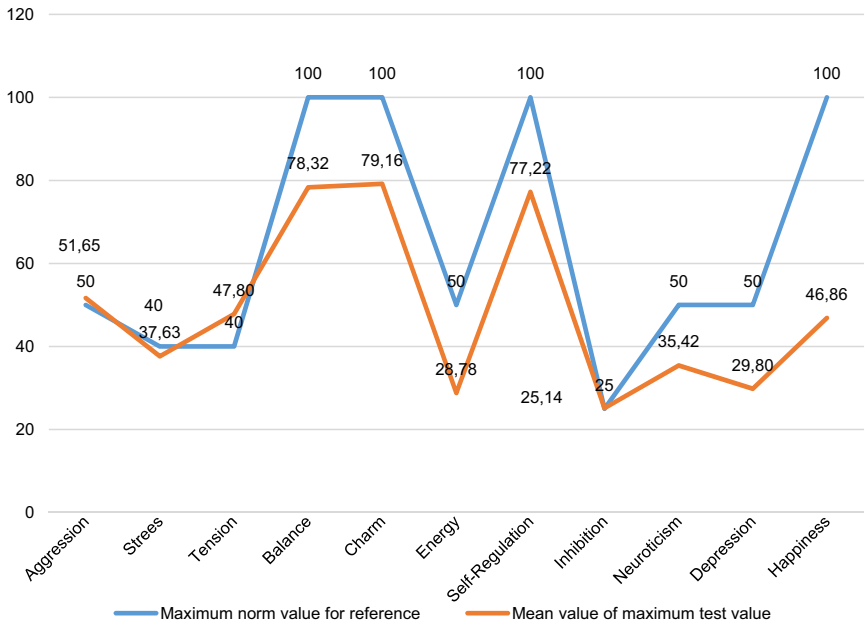


Fig. 1-3. Comparison between the mean value of maximum test value and the maximum norm value

Under normal conditions, the maximum test value (mean value) should be lower than the norm value. It can be known from Figure 1–3 that the level of Tension and Aggression is higher than the norm value, of which Aggression indicates the professionalism of testees, and that of Tension indicates that parts of the testees have anxiety or tension emotions.

Distribution of the Mean Value of Emotional Parameters in pie chart form shown on Figure 2-1.

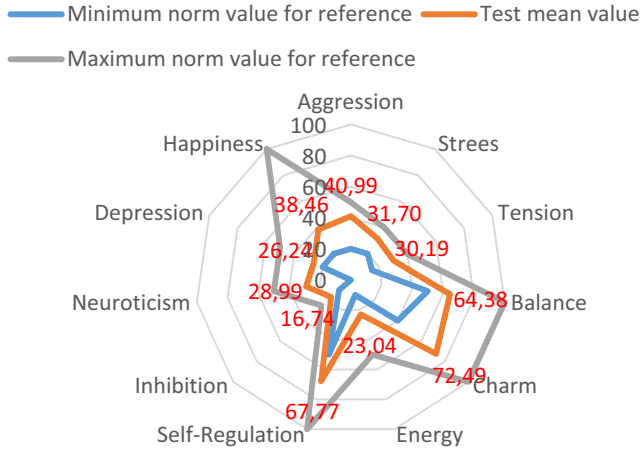


Fig. 2-1. Pie chart of emotional parameters

It can be known from Figure 2-1 that the parameters of testees basically evenly distribute between the maximum and minimum norm value, indicating that there is no difference with normal people on the aspect of emotional state.

The Number of People Whose Extreme Value is Beyond the Normal Scope for Reference shown on Figure 3-1.

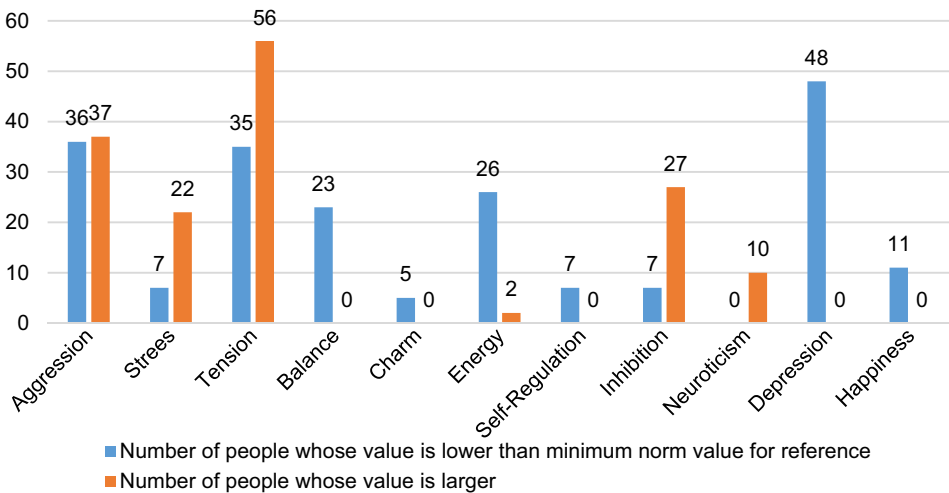


Fig. 3-1. Number of people whose extreme value is beyond the normal scope for reference

It can be known from the above figure that the number of people whose Aggression level is lower (36 people) and higher (37 people) than the normal reference scope is basically the same, which takes about 59% of the total number. Parts of the testees have a straightforward character; seen from the aspect of professionalism, most testees can rapidly engage in their work based on the deployment of superiors.

The maximum Tension level of 91.8% of testees (56 people) is higher than the maximum value of normal reference scope, indicating that most of them are anxious on some perspective, which may be a certain aspect of work, life or emotion, although no anxiety disorder is formed, they still need to pay attention to having relaxing trainings or appropriate relief.

The minimum value of Depression parameter of 78.69% of testees (48 people) is lower than that of the normal reference scope, indicating that most testees are optimistic and open without any depressive state.

The proportion of extreme value of other emotional parameters that are beyond the normal reference scope is lower than 50%, so that no detailed analysis or explanation will be made.

Comparison of Measurement Scope and Reference Norm of Each Parameter shown on Figs 4-1 to 4-9.

It can be seen from the above figure that except Aggression and Tension level, all other parameters are within the normal reference scope for parameters. While the distribution scope of Aggression and Tension level is larger than the norm scope, indicating that those 2 emotional parameters are abnormal from the norm, which, from the perspective of professionalism, also represent that the testees have a swift response and the professionalism of “always be prepared”.

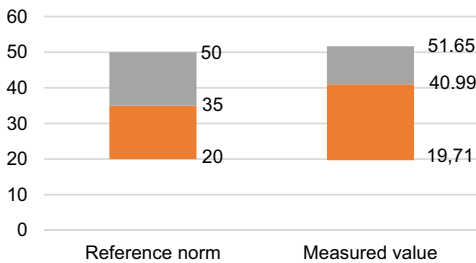


Fig. 4-1. Aggression

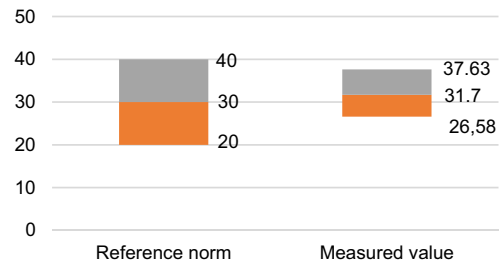


Fig. 4-2. Stress

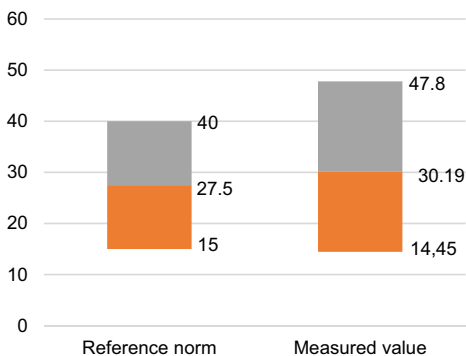


Fig. 4-3. Tension

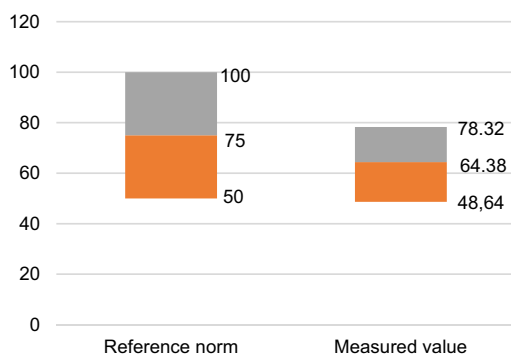
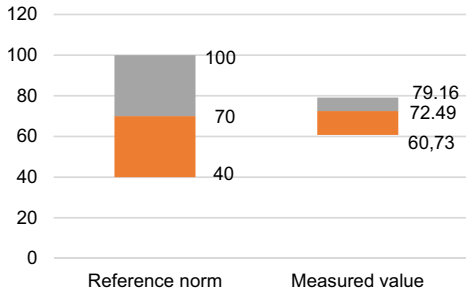
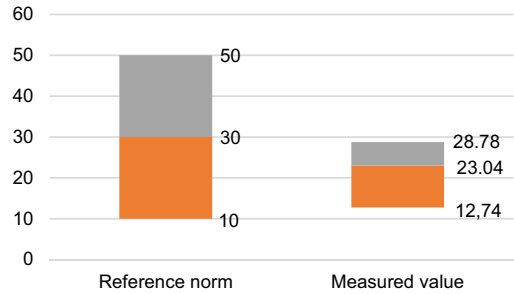
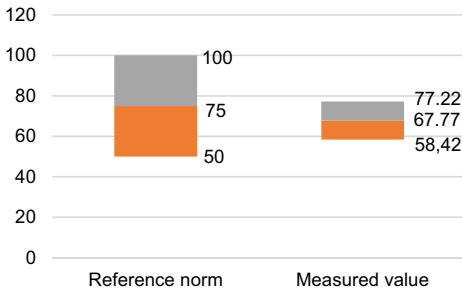
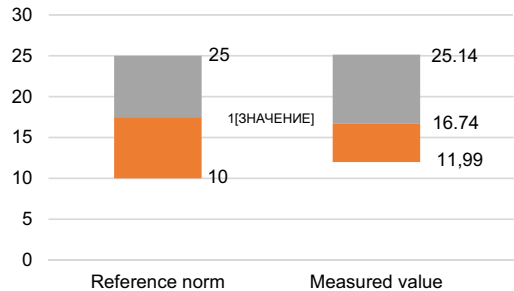
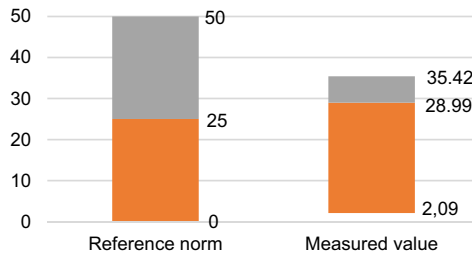


Fig. 4-4. Balance

**Fig. 4-5. Charm****Fig. 4-6. Energy****Fig. 4-7. Self-Regulation****Fig. 4-8. Inhibition****Fig. 4-9. Neuroticism**

Frequency and Normal Distribution of Measured Value of Each emotional Parameter shown on Figs. 5.

Explanation: there is a slight skewness to the left in the above figure, that is, the score of more people is within a high-value region, indicating that their aggressivity level is generally high, such a distribution indicates the professionalism of the testees.

Explanation: there is a slight skewness to the left in the above figure, that is, the score of more people is within a high-value region, while there are a few people whose value is beyond the norm scope, indicating that parts of testees are in a high pressure-bearing state, while it has not exceeded their bearing scope.

Explanation: the Tension level basically presents a normal distribution, while a small peak appears at the segment of 20. Reasons for the appearance of such a condition may be the difference in age, gender or post, that is, parts of the testees have a lower anxiety level.

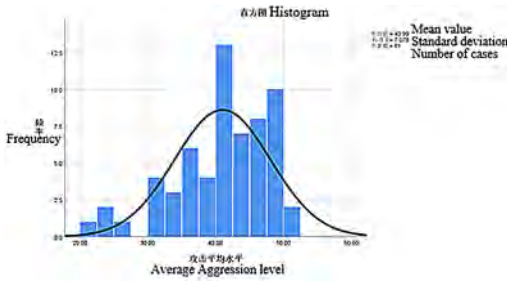


Fig. 5-1. Aggression

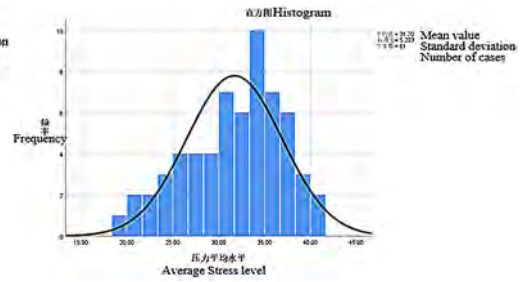


Fig. 5-2. Stress

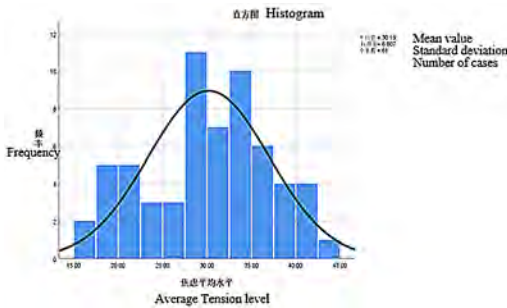


Fig. 5-3. Tension

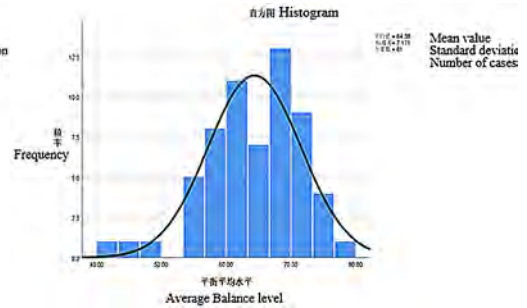


Fig. 5-4. Balance

Explanation: there is a skewness to the left in the distribution of Balance parameter, indicating that parts of the testees have a lower sense of balance, which are mainly headache, dizziness or problems in vestibule caused by blood pressure and cervical vertebra, etc.

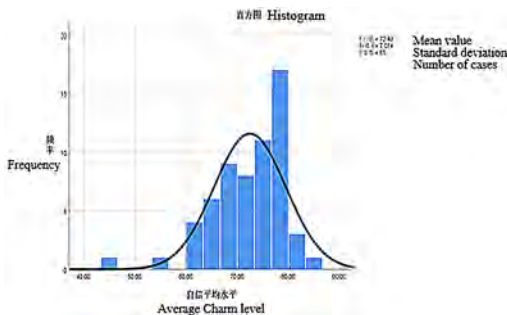


Fig. 5-5. Charm

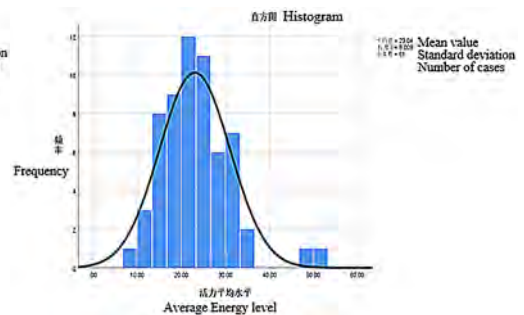


Fig. 5-6. Energy

Explanation: there is a skewness to the left in the distribution of Charm, indicating that Charm level of some individuals is low.

Explanation: there is a skewness to the right for Energy, that is, the vitality of most people is in a normal state, while the score of some individuals is higher, indicating that they are in an active or excitatory state.

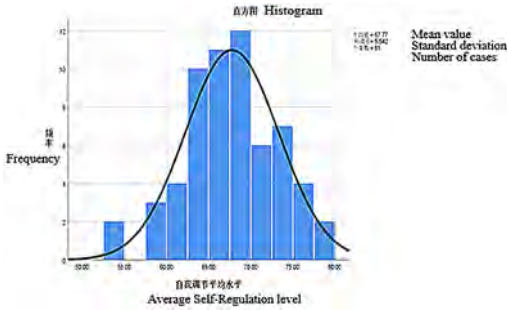


Fig. 5-7. Self-Regulation

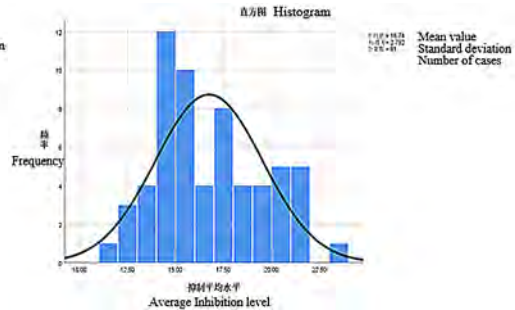


Fig. 5-8. Inhibition

Explanation: there is a skewness to the left in the distribution of Self-Regulation, indicating that the self-regulation level of some individuals is low, who are in a certain emotional state for a long time without being effectively adjusted.

Explanation: there is a skewness to the right in this parameter, indicating that the inhibition level of some individuals is high, that is, their thinking and behavior are inhibited.

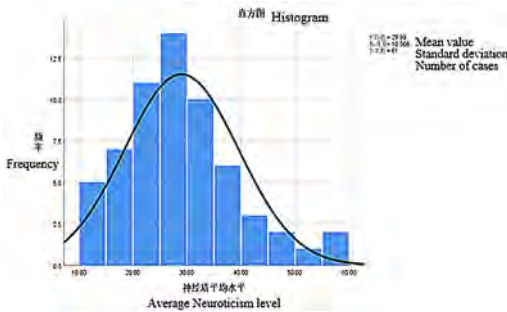


Fig. 5-9. Neuroticism

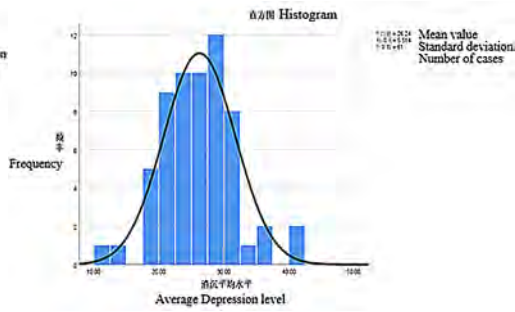


Fig. 5-10. Depression

Explanation: there is a skewness to the right of Neuroticism, indicating that parts of them are sensitive to the external and their own state.

Explanation: Depression parameter is in a normal distribution, indicating that the testees have a normal emotion on the whole, few of whom have negative emotions like discouragement or pessimism, etc.

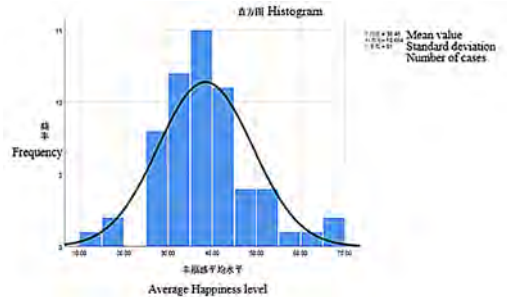


Fig. 5-11. Happiness

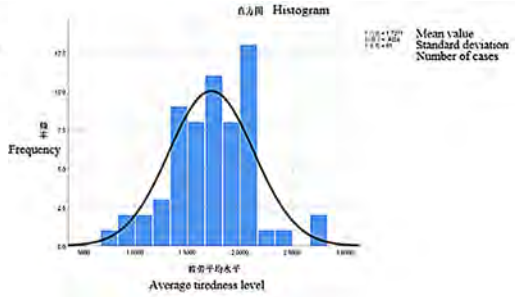


Fig. 5-12. Depression

Explanation: there is a skewness to the right for Happiness, indicating that the Happiness level of most testees is within an average scope, some hope to be better while others are satisfied with their current state, who have a high happiness level.

Explanation: Depression is basically in a normal distribution, indicating that the sleep quality of most testees can be guaranteed, parts of them cannot have enough sleep time or have a low sleep quality, while others have a high score, indicating that they were nervous or excited when testing.

Distribution of Emotional State Pie Diagram

Emotional state contains data of 3 aspects, namely negativity, positivity and physiology, of which negativity is the mean value of Aggression, Stress and Tension; positivity is that of Balance, Charm, Energy and Self-Regulation; and physiology is the mean value of Inhibition and Neuroticism.

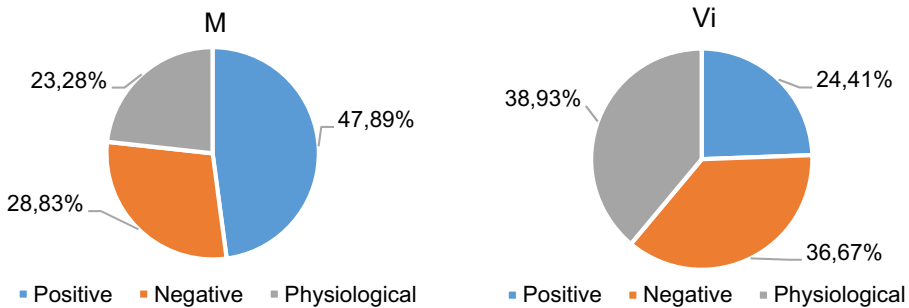


Fig. 6. Distribution of emotional states

It can be seen from the comparison of the pie chart of measured value of M and that of the Vi variability that negative emotions will increase in the later period, which is from 28.83% to 36.67%. The increase of negative emotions mainly comes from that of the level of Aggression, Stress or Tension, which is rooted in professionalism on the one hand, and may also be caused by reasons like work or life.

Comparison of Differences among Parameters, Emotional Indexes and Different Groups

It can be known from Table 2 that there is a great difference in Aggression level with normal groups, which is caused by professionalism according to analysis. There is difference in Charm level with normal groups, which is caused by a higher self-confidence than ordinary people that is brought by the work and life in armed forces as well as their identity. The difference in Self-Regulation level is caused by the

strict management in group living and work, leading to a limited self-control scope. The difference in Depression level indicates that they are in an optimistic state living together, which is higher than the normal scope; and their happiness level is also higher than the normal level.

Table 2

Inspection of differences in different emotional indexes and parameters n = 61

Name of parameter	Mean value	Standard deviation	Mean value of norm	t	P
Aggression	40.99	7.08	35.00	6.614	0.000*
Stress	31.70	5.20	32.00	-0.447	0.656
Tension	30.19	6.81	30.00	0.222	0.825
Balance	64.38	7.17	65.00	-0.675	0.502
Charm	72.49	7.01	70.00	2.774	0.007*
Energy	23.04	8.01	25.00	-1.91	0.061
Self-Regulation	67.77	5.54	70.00	-3.145	0.003*
Inhibition	16.74	2.79	17.00	-0.723	0.472
Neuroticism	28.99	10.57	30.00	-0.749	0.457
Depression	26.24	5.51	30.00	-5.32	0.000*
Happiness	38.46	10.68	35.00	2.531	0.014*

* represents that $p < 0.05$

Those whose t value is negative represent that they are lower than the norm, and those whose t value is positive means that they are higher than the norm.

Conclusion

To sum up, due to a more obvious professionalism and a better life experience brought by their profession and identity, there is a higher value of Aggression, Charm, Happiness and a lower level of Depression and Self-Regulation compared to the norm. These results indicate that there is an excellent ideological and political work as well as management level in this team, which is of a high team cohesion.

Suggestion: parts of the members have a high Value of Tension, Stress and Energy, who should have regular or irregular psychological counseling or team tutorship, or have activities like relaxation training, etc. Regular emotion monitoring by vibraimage technology could be used for support of psychological consulting of district militias.

References:

1. Fu, Xiaolan (2016) Psychology of Emotion (P5–7).
2. Tomkins, S. S. (1962) Affect, Imagery, Consciousness: Vd. I. The Positive Affects. New York: Springer, pp. 243–244.
3. Izard, C. E. (1991) The psychology of emotions. New York: Plenum.
4. Minkin, V. A. (2017) Vibraimage. St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VI.2017>
5. Minkin, V. A., Myasnikova, E. M. (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>
6. Minkin, V. (2020) Vibraimage, Cybernetics and Emotions. St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VCE.2020>

Research Progress of Depression Based on Vibraimage Technology

Huaili Deng¹, Yu Chen²

¹Taiyuan Psychiatric Hospital, China, longnianshengren@163.com

²Kangqi Technology Development Co., Ltd, China, kqelsys@vip.163.com

Abstract: **Objective:** To explore the correlation between depression micro-expression and depression based on vibraimage technology measurement. **Method:** Sixty-four patients with different degrees of depression were selected as subjects. Vibraimage technology is used to recognize its micro-expression. The 10 psychophysiological parameters (PPP) obtained were correlated with the Zung Self-Rating Depression Scale (SDS) and Zung Self-Rating Anxiety Scale (SAS). The results provide new evidence for understanding the pathopsychological mechanism of depression. **Result:** Vibraimage parameter values calculated by the neural network are consistent with the detection results of SDS and SAS with the accuracy rate higher than 97%. **Conclusion:** Vibraimage technology may have an imperative predictive effect on the occurrence of depression by micro-expression recognition, with high clinical value. **Special thanks** to Mr. Akimov from ELSYS Corp, Russia for the help with ANN computing.

Keywords: Vibraimage technology; depression; micro-expression, ANN.

Introduction

Depressive disorder is one of the most common mental disorders, referring to a type of mood disorder with significant and lasting depression as the main clinical feature caused by various reasons. It is accompanied by varying degrees of cognitive and behavioral changes. Some patients have self-injured, suicidal behaviors, which may even cause death. Depressive disorder is a chronic mental illness with high incidence, high recurrence rate, and high disability rate. According to data from the China Mental Health Survey (CMHS) in 2019, the lifetime prevalence of depression in mainland China is 6.8% (Medical..., 2020). Micro-expressions are very short-lived and uncontrollable expressions leaked when humans try to suppress or hide their true emotions. As an effective non-verbal clue, micro-expressions play a crucial role in people's lives that other language symbols cannot replace. The duration of micro-expression is very short. Studies have shown that micro-expression only lasts 1/25 s ~ 1/3 s (Yan et al., 2013). Besides, the micro-expression motion range is very small, and it will not appear on the upper half of the face and the lower half of the face at the same time (Porter & Brinke, 2008). Therefore, it is quite difficult to observe and identify micro-expressions correctly. Although there are professional training tools (Ekman, 2002), the accuracy of relying on manual recognition is not high, only 47% in the known reports (Frank et al., 2009). Manual recognition is limited by professional training and time cost, making its large-scale promotion difficult.

Therefore, there has been, in recent years, increasing demand for relying on computers to realize automatic recognition of facial micro-expressions. This study aims to explore the correlation between the comprehensive parameters of micro-expression recognition and depression based on vibraimage technology.

1 Materials and Methods

1.1 Research object

64 patients who attended the depression clinic of our hospital from January 2020 to December 2020 were selected. The inclusion criteria: unlimited sex, aged 14–64, more than 2 weeks of a consciously depressed state. Exclusion criteria: insomnia caused by serious physical diseases such as heart, lung, liver, and gallbladder; a history of allergy to similar drugs; severe suicide, self-harming thoughts or behavior; mental disorders caused by psychoactive substances; poor compliance such as dementia. Participants voluntarily participated in the study and signed the informed consent form of the project, with 64 cases.

1.2 Clinical information

1.2.1 General Demographic Information

Include seven factors: name, gender, date of birth, family history, marital status, occupation, and highest degree of education.

1.2.2 Psychometric scale

The Zung Self-Rating Depression Scale (SDS) and Zung Self-Rating Anxiety Scale (SAS), which are commonly used in outpatient clinics and have good reliability and validity, are selected. The Self-Rating Depression Scale (SDS) and the Self-Rating Anxiety Scale (SAS) were compiled by Zung in 1965 and 1971. There are 20 items in each of the two scales, all of which have 4 grades to assess the subjective feelings of depression and anxiety in patients, respectively.

1.2.3 Evaluation tool

The evaluation tools include 1 PC (i5-6500/4GDDR), 1 camera (Microsoft 1080P/USB camera) with vibraimage software Analysis, Recognition, and Detection System for Emotions of People in Images Based on Biological Principles (Taiyuan Kangqi Technology Development Co., Ltd.). Through vibraimage computer analysis, 10 psychophysiological parameters of aggression, stress, anxiety/tension, suspiciousness, balance, self-regulation, charm, energy, self-regulation, inhibition, and neuroticism are obtained.

1.3 Method

The research took the form of scale evaluation. After a professional psychiatrist diagnosed the disease and completed the collection of demographic data and clinical related data, participants fulfilled the Zung Self-Rating Depression Scale (SDS) and Zung Self-Rating Anxiety Scale (SAS). The 64 subjects were divided into non-anxiety-depression group and anxiety-depression group. Then, trained professionals performed vibraimage technology tests on the two groups of subjects. Through vibraimage computer analysis, 10 psychological and physiological state parameters were obtained. Afterward, the correlation and correspondence between the vibraimage parameters NN_anx, NN_dep and SAD, SDS were learned using the vibraimage statistical program and artificial neural network (ANN) standard methods.

2 Results

2.1 Comparison of behavioral parameters between the two groups

The vibraimage statistics program (Minkin, 2020) was used to view the difference statistics of the behavior parameters of the vibraimage measurement without anxiety-depression level group (V1) and anxiety-depression level group (V2). The histogram of the variability of 10 behavioral parameters is illustrated in Figure 1. ($V = SD/M$, where M indicates the average of 10 parameters, SD denotes the standard deviation of 10 parameters, and V represents the variability value of 10 parameters). The histogram in Figure 1 does not reveal a significant difference between the two test groups.

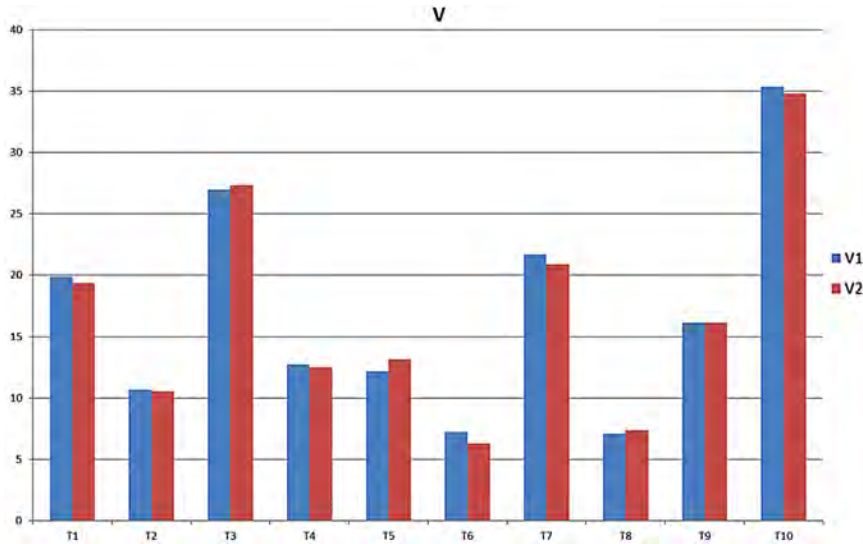


Fig. 1. Statistics on the variability of 10 behavioral parameters between the non-anxiety-depression and anxiety-depression group.

Note: T1–T10 are the 10 psychophysiological parameters of aggression, stress, anxiety, suspicious, balance, self-confidence, vitality, self-regulation, depression, and neuroticism

In vibraimage technology, variability is more mathematically sensitive than the measured parameters and is often used to classify the psychological and physiological differences of the test group (Blank et al., 2012). However, the histogram in Figure 1 did not present a significant difference between the two test groups. Therefore, simple ANN (Fig. 2) was developed to distinguish the results measured using SAS and SDS scales and vibraimage technology.

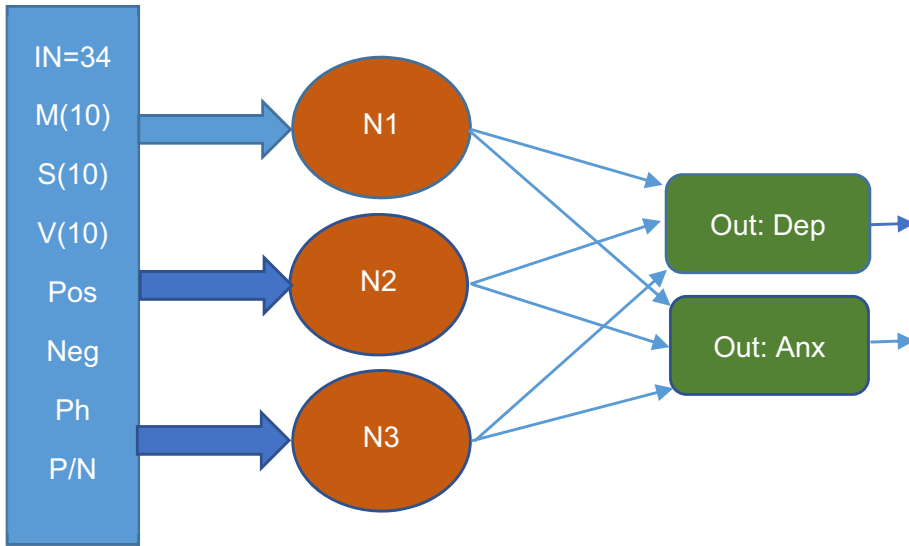


Fig. 2. Block diagram of the feedforward ANN based on vibraimage parameters processing and SAS/SDS data learning

2.2 The correlation between PPP (vibraimage processing) and SAS after neural ANN learning

The correlation and correspondence between the vibraimage parameters NN_anx, NN_dep and SAD, SDS were observed using the standard method of neural network learning (Minkin et al., 2020; Akimov & Minkin, 2021). The neural network learning uses 34 PPP (behavioral) parameters of vibraimage, including 10 M values (Mean for every of 10 PPP), 10 SD values (standard deviation of 10 PPP), 10 V values (variability value of 10 PPP), positive emotion value, negative emotion value, physiological value, and the ratio of positive and negative emotion. After 10 minutes of learning, the neural network generated a discrimination file with 113 significant coefficients. The neural network was adopted to determine the correlation between the participants' NN_anx and SAS scores. As illustrated from Figure 3, the Pearson correlation coefficient R between NN_anx and SAS scores is 0.977. Therefore, vibraimage parameter NN_anx has a higher prediction accuracy for the SAS score.

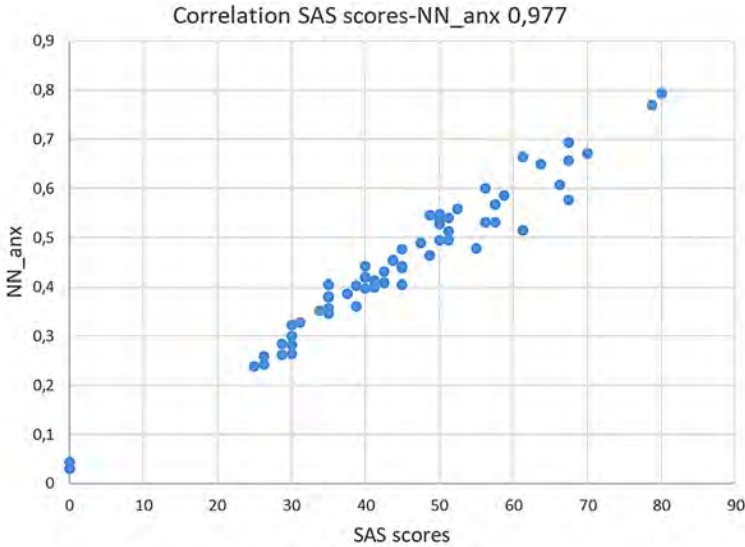


Fig. 3. Correlation between NN-anx and SAS scores calculated by neural network

2.3 The correlation between PPP (vibraimage processing) and SDS after ANN learning

It can be observed from Figure 4 that the Pearson correlation coefficient R between the NN_dep and the SDS score calculated by the neural network is 0.974, demonstrating that vibraimage parameter NN_dep has a higher prediction accuracy for SDS scores.

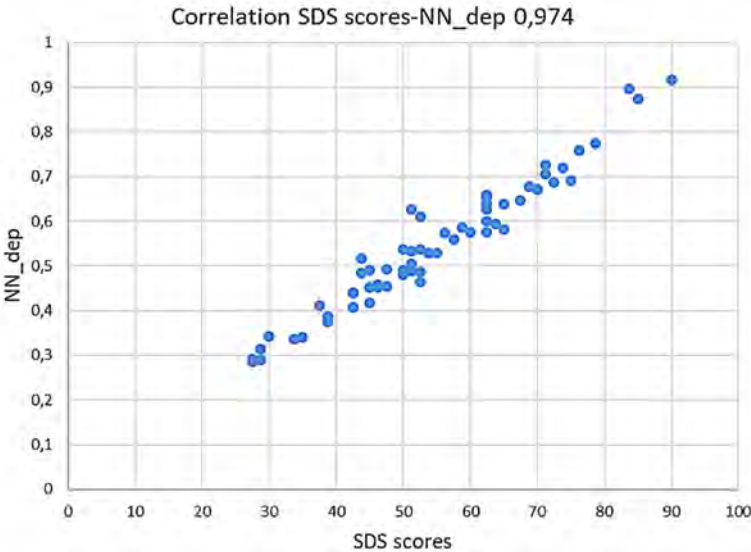


Fig. 4. Correlation between NN_dep and SDS score calculated by neural network

3 Discussions

Generally, human beings, including all kinds of life, are presented based on many periodic processes (breathing, pulse, sensory system work) occurring in the body. The intensity of the physiological process is related to the condition of the organism. When a person is calm or resting, the heart rate and breathing volume are very small. When a person is excited or exercising, the breathing and heart rate increase. The characteristics of various vibration processes depend on two basic parameters: frequency and amplitude. The frequency and amplitude of the each point of human body movement can be displayed to reflect a person's psychological and physiological state. In vibraimage every pixel reflects the vibration of a subject and includes the spatial and temporal parameters of the movement. It has been verified that the frequency of a person's muscle vibration demonstrates the energy consumed by a person during exercise, as well as his mental state, mood, and health. Vibraimage technology applies the principle of biological reflection so called vestibule-emotional reflex. It uses a computer to convert images of a person's head-neck movement into a vibraimage showing the amplitude and frequency of muscle vibration and then adopts a series of algorithms and calculation equations to derive the person's emotional index (Minkin, 2017; 2020).

Depression is a common mental illness with low mood, lack of interest and pleasure as its main clinical features. The lifetime risk of disease is 5%–12% for men and 10%–25% for women. At present, nearly 10 million people are in depression. Depression is characterized by recurring episodes and generally has a longer course, with an average duration of 6–12 months. It severely affects people's health, quality of life, and interpersonal communication, and even causes some people to lose the ability to work (Huiling, 2010). The development of depression is generally related to social, environmental, and personal factors while the specific pathogenesis remains unknown. Currently, there are no specific laboratory tests for depression. The diagnosis of depression by clinical psychiatrists is mostly based on the diagnostic criteria of depression, as well as the patient's or family members' independent medical history (symptoms and duration), scale measurement, and the patient's mental state (APAM, 2015). There are some problems: first, the patient's self-provided medical history and self-filled questionnaire are too subjective; second, the experience level of clinicians is also the reason for misdiagnosis or missed diagnosis when depression is atypical.

In this study, the micro-expression of depressed patients is recognized based on vibraimage physical measurements. The comprehensive vibraimage parameter values calculated by the ANN are consistent with the detection results of SDS and SAS, with an accuracy rate of higher than 97%. However, the sample size of this study is limited. In future research, the experimental sample size needs to be expanded for further research and discussion. Hopefully, AI + Vibraimage technology would be used to further integrate the early recognition, early warning, and treatment technology of depression, allowing machines or smart devices to replace the simple and repetitive work of the medical care part (Qinmei et al., 2020). Then, it will provide more scientific, more convenient, and safer auxiliary examination methods for the prediction and biological diagnosis of depression.

References:

1. Akimov, V. A., Minkin, V. A. (2021) Determination of Significant Behavioral Parameters on COVID-19 Diagnosis by Artificial Neural Networks Modeling, Proceedings of the 4th International Open Science Conference: Modern Psychology. The Vibraimage Technology, 24–25 June 2021, St. Petersburg, Russia. <https://doi.org/0.25696/ELSYS.VC4.EN.06>
2. APAM (2015) American Psychiatric Association. Manual of Diagnosis and Statistics of Mental Disorders [M]. Beijing: Peking University Press, 2015, pp.154–156.
3. Blank, M. A. et al. (2012) A Method for Screening the Diagnosis of Prostate Cancer. Pat. RU2515149, MPK A61B 5/11, Elsys Corp Priority 02/06/2012; Publ. 05/10/2014, Bul. No. 13.
4. Ekman P. (2002) MicroExpression Training Tool (METT). University of California, San Francisco, 2002.
5. Frank, M. G. et al. (2009) I See How You Feel: Training Lay People and Professionals to Recognize Feeling Emotions, Proceedings of the 2009 Annual Meeting of the International Communication Association. New-York. http://www.allacademic.com/meta/p15018_index.htm.
6. Huiling, D. (2010) Nursing Care of Depression [J], Inner Mongolia Traditional Chinese Medicine, 2010 (15), pp. 171–172.
7. Medical... (2020) Medical Administration and Hospital Administration of the National Health Commission, Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Mental Disorders, 2020 Edition, People's Medical Publishing House, 154 p.
8. Minkin, V. A. (2017) Vibraimage. St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VI.2017>
9. Minkin, V. (2020). Vibraimage, Cybernetics and Emotions. St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VCE.2020>
10. Porter, S., ten Brinke, L. (2008) Reading Between the Lies: Identifying Concealed and Falsified Emotions in Universal Facial Expressions, Psychological Science, 2008, 19(5) pp. 508–514
11. Yan, W. J. et al. (2013) How Fast are the Leaked Facial Expressions: the Duration of Microexpressions, Journal of Nonverbal Behavior, 2013, 37(4), pp. 217–230
12. Qinmei, Y. et al. (2020) Research Progress of Depression Based on Artificial Intelligence Technology[J], Chinese Journal of Clinical Psychology, 2020(1), pp. 82–85.

Suspect Inquisition. Reply to Suspect AI: Vibraimage, Emotion Recognition Technology, and Algorithmic Opacity

Viktor A. Minkin

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

Abstract: *The reply to the publication of James Wright — Suspect AI: Vibraimage, Emotion Recognition Technology, and Algorithmic Opacity. Discussed the relation opacity-transparency for vibraimage technology algorithms and results. The statement that vibraimage technology does not work as a detector of behavior and emotions was rejected. Changing the opinion on suspect artificial intelligence to suspect subjective human mind. Suggested the approach that only technical solution could be objective in relation to a human solution. Proposed to consider vibraimage technology and any behavior detection technology as inevitable result of technical progress.*

Keywords: *vibraimage, ethics, artificial intelligence, AI, vestibular-emotional reflex, behavior, emotion detector, biometrics, COVID-19.*

Introduction

Technical progress in 21century gives possibilities for the development of the 3rd generation of biometric systems aiming identification of human emotions, behavior, intentions and thoughts. Modern biometrics started from 19 century by manual person identification of fingerprints and biological parameters (Lombroso, 1859; Henry, 1900) called the 1st generation of biometric systems (Polonnikov, 2014). In the end of the past century and now the automatic identification of a person by biological and behavior characteristics of human (the 2nd generation of biometric systems, by Pollonikov) are using worldwide in private and government applications (Beslay&Galbally, 2015). Of course, the opposition to biometric solution was presented in 19 and 20 centuries, but it could not stop science developments and the distribution of biometric solutions in the entire world.

Behavior and emotion detection is very popular in different applications now, so the opposition to this science direction is also great. Opposition to any new science direction and technology is usual process existing in any science from physics to psychology. Some people prefer to believe that Earth is flat, other people like to develop new theories against well known methods. I think that is possible to divide people on developers and inquisitors, it is standard task for the modern behavior detection science.

Currently vibraimage is one of the most famous behavioral detection technology, so it attracts attention of several groups of people. Let's consider the arguments of James Wright (Wright, 2020) against vibraimage technology and Minkin directly, maybe I will agree with some points and reply to others that looks important to me.

Vibraimage opacity

For me, such statement, placed in the title of the paper, is nonsense.

From vibraimage development start and the first patent publication in 2000 (Minkin&Shtam, 2000) was detail described every using algorithm so everybody can repeat testing by own software or using test modes of vibraimage programs. All vibraimage modes are presenting for free testing on Psymaker site (www.psymaker.com) and thousand users take it for own research. During last 20 years, I never heard that somebody received the other result than described in our works for the same testing. Of course many scientist received new results by vibraimage in own study. In this year was published next vibraimage monograph (Minkin, 2020) combined all algorithms using for processing behavior parameters, so now for researches is not necessary to study all works about vibraimage during 20 years, it is possible to take main knowledge from one latest book. Maybe James Wright did not read this book before writing his paper, but I repeat that there are no new algorithms in the last monograph, it only combines old calculation in one book and gives one approach to behavior analysis. Also last monograph presents the open access to the database of more than 10000 measurements of emotions (now updated database includes more than 15000 measurements) presented to database by different researches. So every scientist even with not large experience in statistics can test suggested results and provide own research.

In my understanding, vibraimage is one of most open IT technologies now. Of course, Elsys is private and commerce company and we want to have profits from our activity, so the prices to vibraimage products for security are high. However, we are presenting vibraimage systems to research and university teams on non-commerce condition because the directions of vibraimage applications are unlimited.

Vibraimage technology is not working as behavior and emotion detector

For me this claim is strange too, because firstly nobody knows what is emotion and behavior.

It is possible to say that some technology is not working if there are other standard working technologies in this field. Currently there are different approaches to the same aims (behavior analysis) by processing of different physiological and behavioral signals (Broek et al., 2010; Novak et al., 2012; Giannakakis et al., 2019) with less statistics and less practical application than vibraimage. Maybe some of such technologies have many publications in high level psychophysiological journals, but the technology results does not depend of publication place. In addition, I need to correct the link of Vibraimage publication on Springer given by James Wright with incorrect author name (Minkin&Nikolaenko, 2008). The most part of modern emotion researches Hinz (Hinz, 2002), Scherer (Scherer, 2005), Ekman (Ekman, 1999) notes that there are no one acceptable approach in emotion determination and behavior analysis. There are different approaches to emotion detection and only next study can confirm or reject suggested technologies. That does not mean that is not necessary to develop behavior detection

technologies. In Elsys team we are doing program updates every day, week, month etc. The aim of any researcher in this field is having more accuracy and possibilities in behavior analysis. I suggested the definition for emotions in the last monograph and we are working every day for study laws of behavioral detection.

Business shows that not working technology could not live and be developed for a long time. During past 20 years many companies and technologies declared great results in behavior detection. The most part of them is dead now. But others technology having physiological or physical base and correct algorithms are developing and showing good results on biosignals processing like EEG, ECG, HRV, HR, EMG, EDA, thermal imaging, facial expression (Giannakakis, 2019). Vibraimage technology measures head movements. Movements reflects behavior and physiology. Any behavior characteristic is informative, we are working to prove that head movements give more information content about person than other physiological characteristics. Maybe vibraimage is not so good for behavior analysis and Darwin was not right about informativity of reflex movements. But I does not know the other technology giving so much possibilities in behavior detection.

Vibraimage technology is working. Suspect AI

This state looks as oxymoron. Vibraimage technology is based on human ideas. The main concept was suggested by William James “That men are machines” (James, 1893) more than 100 years ago. The ideas of Heraclitus (Russell, 1972), Sechenov (Sechenov, 1965), Darvin (Darwin, 1872), Pavlov (Pavlov, 1951), Freud (Freud, 1900), Weiner (Wiener, 1948), Bernstein (Bernstein, 1967), Lorenz (Lorenz, 1963), Halberg (Halberg, 1987), Gardner (Gardner, 2007) were combined by me in different equations for measurement and processing of psychophysiological parameters, realized by the technical team. Artificial intelligence is necessary only for realization of human ideas, and claim that AI is guilty is the same as to blame a hammer for hitting a finger.

Now we are working on COVID-19 detection. Do you think that AI is suspect if it helps to do covid-19 diagnostic by vibraimage processing with accuracy about 100%?

Only people ideas could be right, suspect or dangerous. Modern AI is only the realization of human ideas. Men are machines does not mean that machines are men!

Conclusion

The most part of current behavior detection technologies also as vibraimage are transparent for any checking and realize science approaches to investigated subjects. The most part of behavior analysis technologies also as vibraimage are measuring physical understandable values and measurements results are clear.

I agree with James Wright that we do not know how head movement is linked with emotion changes, also as any other physiological parameter like HR or EEG is linked with emotions. Vestibulo-emotional reflex is only the name linking physiological and emotional processes on human body. However, we do not say that we know it. Is not so necessary to know the process of it using. For user is necessary to know input and

output interface for operation with the object, like black box in cybernetics. Isaak Newton did not know anything about gravitation but physical laws discovered by him are study hundred years.

For correct detection of emotions and psychophysiological characteristic on the current stage is more important to give clear definition of emotions and psychophysiological characteristics. The detail inside mechanism of emotion and behavior is very complicated including many feedbacks (Wiener, 1948; Scherer, 2005) and need to be study on the next stage of the process. Math definitions based on correlation of emotions, psychophysiological parameters and conscious parameters were suggested on the last monograph about vibraimage technology (Minkin, 2020).

The current world situation with hybrid war is very dangerous because different mental opinions have not objective regulation. Double standards and faked news are accepted in human life and politics. Scientists need to find the objective rules for human emotion, behavior and social regulation, like physical laws and it is not fascist approach to the science, it is only normal approach to human as a physical object accepted in natural sciences. I think that it is not ethic to use terms fascism in science publication but it is the reply to James Wright comments.

In my understanding, the ethics of James Wright looks like the Inquisition of the Middle Ages, the main goal of which is to stop scientific progress. However, this is not possible.

Famous Russian novelist Anton Chekhov wrote in 1889 year that if in the first act the gun is placed on the wall it must shoot in the third act. Therefore, if William James said in 1893 “the man is machine” and in the second act Norbert Wiener developed cybernetics that means AI will select suspect, normal and judge people in the nearest future. It is the standard evolution process.

P.S.

I think that it is difficult to ask William James and Norbert Wiener about suspect AI now, but it is possible to ask Minkin about vibraimage and AI. I am alive and many mistakes can be avoided by asking the developer directly. Inventor knows details and problems better than users.

References:

1. Bernstein, N. A. (1967) *The Co-Ordination and Regulation of Movements*. Pergamon Press, Oxford.
2. Beslay, L., Galbally, J. (2015) *Fingerprint Identification Technology for Its Implementation in the Schengen Information System II (SIS-II)*, EUR 27473 EN, 10.2788/50621
3. Broek, E. L. et al. (2010) *Affective Man-Machine Interface: Unveiling Human Emotions through Biosignals*, A. Fred, J. Filipe, and H. Gamboa (Eds.), BIOSTEC 2009, CCIS 52, pp. 21–47.
4. Darwin, C. (1872) *The Expression of the Emotions in Man and Animals*, John Murray, London.
5. Ekman, P. (1999) *Basic Emotions*. In T. Dalgleish and T. Power (Eds.) *The Handbook of Cognition and Emotion*, Sussex, U. K.: John Wiley & Sons, Ltd. pp. 45–60.
6. Gardner, H. (2007) *Five Minds for the Future*, Boston: Harvard Business School Press.

7. Henry, E. R. (1900) *Classification and Uses of Finger Prints*. London, George Routledge and Sons.
8. Freud, S. (1900) *The Interpretation of Dreams*, Science Odyssey: People and Discoveries. PBS. 1998.
9. 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>
10. Halberg, F. (1987) *Perspectives of Chronobiologic Engineering*, Vol. 120 of the series NATO ASI Series, pp. 1–46.
11. Hinz, A. et al. (2002) Temporal Stability of Psychophysiological Response Patterns: Concepts and Statistical Tools, *International Journal of Psychophysiology* 44, pp. 57–65.
12. Lombroso, C. (1859) *Ricerchesulcretinismo in Lombardia*. Gazz. Medico, Italiana, No. 13.
13. Lorenz, K. (1963) *Das Sogenannte Böse zur Naturgeschichte der Aggression*, Original edition: Verlag Dr. G Borotha-Schoeler.
14. Minkin, V. A., Shtam, A. I. (2000) Method and Device for Image Transformation, US7346227, IPC G06K 9/36., Elsys Corp. Filed 19.12.2000; Publ. 18.03.2008.
15. Minkin, V. (2020). *Vibraimage, Cybernetics and Emotions*. St. Petersburg: Renome. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.EN.VCE.2020>
16. Novak, et al. (2012) A Survey of Methods for Data Fusion and System Adaptation Using Autonomic Nervous System Responses in Physiological Computing, British Informatics Society Limited. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2012.04.003>
17. Pavlov, I. P. (1951) *Complete Works of the USSR Academy of Sciences*. Ed. 2nd, add. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1951–1954, (in Russ.).
18. Polonnikov, R. I. (2013) *Selected Works*. St. Petersburg: Anatolia (in Russ.).
19. Russell, B. (1972) *A History of Western Philosophy*. Simon & Schuster, Inc.
20. Scherer, K. R. (2005) What Are Emotions? And How Can they be Measured? *Social Science Information*, Vol. 50, 3–4, pp. 330–350.
21. Sechenov, I. (1965) *Reflexes of the Brain*. The MIT Press.
22. Wiener, N. (1948) *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Paris, (Hermann&Cie) & Camb. Mass. (MIT Press); 2nd revised ed. 1961.
23. Wright, J. (2020) Suspect AI — Vibraimage, Emotion Recognition Technology, and Algorithmic Opacity, arXiv:2009.00502 [cs.CY]

**Информационное письмо
о 4-й Международной научно-технической конференции
«Современная психофизиология. Технология виброизображения»
VIBRA2021**

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!



Многопрофильное предприятие «Элсис», Европейская Академия Естественных Наук (ЕАЕН), Русское Биометрическое Общество (РБО), Федеральный Медицинский Биофизический Центр имени А. И. Бурназяна и Центр открытых инноваций ГК «Ростех» проводят в г. Санкт-Петербург, Россия

**24–25 июня 2021 г. 4-ю Международную научно-техническую конференцию
«Современная психофизиология. Технология виброизображения» VIBRA2021.**

В работе конференции примут участие ученые и специалисты из Японии, Кореи, Китая, Европы, Америки, РФ, в том числе, представляющие фирмы, научно-исследовательские институты, учебные заведения, исследующие, разрабатывающие и использующие технологии и системы виброизображения. Предполагается рассмотреть вопросы теории и практики применения технологии и систем виброизображения в различных областях.

Председатель Оргкомитета конференции, изобретатель и разработчик технологии виброизображения, зам. директора предприятия Элсис — Виктор Минкин.

Конференция проводится по адресу: г. Санкт-Петербург, Гостиница «Спутник» пр. Тореза, 36. Проезд: ст. метро «Пл. Мужества», тролл. 13, авт. 123 до ост. «Гостиница «Спутник».

Открытие конференции 24 июня 2021 г. (четверг) в 10.00.

Материалы для включения в программу конференции и опубликования необходимо представить в Оргкомитет не позднее **01 апреля 2021 г.** Рабочие языки конференции — русский и английский.

Материалы представляются готовыми к публикации только в электронном виде вместе с экспертным заключением (скан) об опубликовании в открытой печати (для участников из Российской Федерации) по электронной почте по адресу **minkin@elsys.ru** с указанием в теме письма МНТК «Современная психофизиология. Технология виброизображения».

Требования к материалам:

1. Текст доклада объемом не более 5 страниц форматом А4 (210×297 мм), заполнение страниц равномерное, висячие строки нежелательны.

2. Сведения об авторах (текст, в отдельном файле): Фамилия, Имя (полностью), ученая степень, звание, должность, место работы, службы, телефон для связи, адрес электронной почты.

Требования к оформлению: текст доклада может быть выполнен в любом редакторе, предпочтение отдается **MS Word 6.0/95–2000** и выше, шрифт — **Times New Roman, размер 12**, ориентация книжная, выравнивание по ширине. Страницы не нумеровать. Поля слева, справа, сверху, снизу — **20 мм**, межстрочный интервал — одинарный, первая

строка — отступ 1 см. **Формулы** должны быть выполнены встроенным редактором формул MSWord или в виде встроенных рисунков и должны находиться в едином файле с текстом. **Исключить автоформатирование вложенных списков.** Название доклада располагается по центру листа жирным шрифтом без кавычек, точек и подчеркиваний. Под названием доклада указываются инициалы и фамилии авторов, наименование организации, от которой представляется доклад, город, e-mail. Далее, через 1 интервал располагается Аннотация и через 1 интервал — ключевые слова (не более 5-ти), выделенные курсивом. **Через 1 интервал все вышеизложенное указывается на английском языке (для докладов на русском языке).** Затем через 1 интервал располагается текст доклада на русском или английском языке.

Принимаются только доклады, соответствующие тематике конференции. Тексты докладов не редактируются. Решение о допуске доклада к участию в конференции принимается Оргкомитетом. Продолжительность доклада — не более 20 мин. Презентации к докладу должны быть записаны на USB Flash Drive накопителе-флешке.

Издание материалов и другие организационные расходы по проведению конференции Оргкомитет берет на себя. Проезд, проживание, гостиница — за счёт участвующей стороны. Пригласительные билеты на конференцию не высылаются. ***Приглашаем Вас принять участие в работе конференции и выступить с докладами.***

АДРЕСА:

МНТК «Современная психофизиология.
Технология виброизображения», VIBRA2021

г. Санкт-Петербург,
Гостиница «Спутник», пр. Тореза, 36

Оргкомитет:

ООО «Многопрофильное предприятие «Элсис»,
194223, Россия, г. Санкт-Петербург, пр. Тореза, 68.

Тел. +7 (812) 552 67 19

E-mail: minkin@elsys.ru

Формат конференции может измениться в зависимости от обстоятельств.

**Information letter about
The 4th International Open Science Conference
“Modern psychophysiology. The Vibraimage technology”
VIBRA2021**

DEAR COLLEAGUES!

The 4th International Open Science Conference “Modern psychophysiology. The Vibraimage technology” will be held on June 24–25, 2021, in St. Petersburg, Russia.



It is arranged by the Elsys Corp, the European Academy of Natural Sciences (EANS), the Russian Biometric Association (RBA), A. I. Burnazyan Federal Medical and Biophysical Center and Open Innovation Center of the Russian State Corporation Rostec.

Scientists and specialists from Japan, Korea, China, Europe, America, Russia, including, academics, research institutes, educational institutions and corporations researching, developing and using vibraimage technology and systems will take part in the conference. It is supposed to consider the theory and practice of vibraimage technology and systems application in various fields.

The Chairman of the Organizing Committee of the conference is Viktor Minkin, the inventor and developer of the vibraimage technology, CEO of Elsys Corp.

The conference will take place at the address: Hotel “Sputnik”, Toreza prospect, 36, St. Petersburg. Directions: metro station “Ploschad Muzhestva”, trolleybus 13, bus 123 to the stop Gostinitisa “Sputnik”.

Opening of the conference is on June 24, 2021 (Tuesday) at 10.00 am.

Materials for inclusion in the conference program and publication should be submitted to the Organizing Committee no later than **April 01, 2021**. The working languages of the conference are English and Russian.

Materials should be submitted ready to be published only in electronic form by e-mail at minkin@elsys.ru with indication in the subject line the **IOSC “Modern psychophysiology. The Vibraimage technology”**.

1. The text of the report (not the abstract) of no more than 5 pages of A4 size (210×297 mm), page filling is uniform, hanging lines are undesirable.

2. Information about the authors (text in a separate file): Surname, First name (fully), academic degree, rank, position, place of work, service, phone number, e-mail address.

Requirements for papers: the text of the report can be in any editor, preference is given to **MS Word 6.0 / 95 — 2000** and later; font — **Times New Roman, size 12**, book orientation, alignment in width. Pages should not be numbered. The margins on the left, right and top are **20 mm**, the line spacing is single, the first line is 1 cm spacing (paragraph indentation). **Formulas** should be implemented by the built-in MSWord formula editor or as embedded images and should be within the text file. **Exclude auto-formatting of nested lists**. The title of the report is in the center of the page in bold type, without quotation marks, dots, and underlining. Under the title of the report, the initials and surnames of authors, the name of the organization from which the report is

submitted, the city, e-mail are typed in lower case letters. After 1 interval there is an abstract and after 1 interval there are keywords (no more than 5) in italics. The text of the report in Russian and English is typed single space.

Only papers that correspond to the conference topic are accepted. The texts of the reports are not edited. The decision to admit the report to participate in the conference is made by the Organizing Committee. The duration of the report is no more than 20 minutes, speeches — no more than 5 minutes. Illustrations for the report should be recorded on a USB Flash Drive stick.

The Organizing Committee takes over the publication of materials and other organizational expenses for the conference. Travel, accommodation, hotel are at the expense of the participating party. Invitation cards to the conference are not sent. **We invite you to participate in the conference and make presentations, reports and publications.**

ADDRESSES:

IOSC “Modern psychophysiology. The Vibraimage technology”

Hotel “Sputnik”,
Toreza prospect, 36, St. Petersburg, Russia

Organizing Committee
Elsys Corp,
Toreza prospect, 68, St. Petersburg, Russia, postal code 194223,
E-mail: **minkin@elsys.ru**;
phone number: +7 (812) 552 67 19

The format of the conference may change depends on the situation.

Многопрофильное предприятие «ЭЛСИС»
WWW.ELSYS.RU
WWW.PSYMAKER.COM

Научное издание

СОВРЕМЕННАЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ. ТЕХНОЛОГИЯ ВИБРОИЗОБРАЖЕНИЯ

Труды 4-й Международной
научно-технической конференции,
24–25 июня 2021 г.,
Санкт-Петербург, Россия

Материалы докладов публикуются в авторской редакции

Редактор *Т. В. Диденко*
Технический редактор *А. Б. Левкина*
Дизайн обложки *Е. А. Бескорцева*
Оригинал-макет *С. В. Красильнюк*

Подписано в печать 05.06.2021. Формат 60×88 ¹/₁₆.
Усл. печ. л. 20,0. Тираж 100 экз. Печать офсетная.
Заказ № 137Р.

Отпечатано в типографии
издательско-полиграфической фирмы «Реноме»,
192007, Санкт-Петербург, наб. Обводного канала, д. 40.
Тел./факс (812) 766-05-66. E-mail: book@renomespbf.ru
ВКонтакте: https://vk.com/renome_spbf
www.renomespbf.ru

Для заметок

For notes