# ЧАСТЬ 1 PART

DOI: 10.25696/ELSYS.VC2.RU.1

## ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЙ ТЕХНОЛОГИИ ВИБРОИЗОБРАЖЕНИЯ

*В. А. Минкин*

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

***Аннотация:*** *Проведен обзор различных применений технологии виброизображения. Предложены варианты классификации применений систем виброизображения. Проведен анализ литературы по различным применениям виброизображения. Проанализированы преимущества и недостатки основных применений технологии виброизображения.*

***Ключевые слова:*** *виброизображение, видео, психофизиология, системы безопасности.*

## REVIEW OF VIBRAIMAGE TECHNOLOGY APPLICATIONS

*Viktor Minkin*

ELSYS Corp., St. Petersburg, Russia (minkin@elsys.ru).

***Abstract:*** *A review of various vibraimage technology applications has been carried out. Variants of classification of vibraimage systems applications are proposed. The analysis of the literature on various applications vibraimage was done. The advantages and disadvantages of the main applications of the vibraimage technology are analyzed.*

***Keywords:*** *vibraimage, video, psychophysiology, security systems.*

Со времени своего появления технология виброизображения нашла применение в самых различных областях науки, техники и практической жизни. Технология виброизображения — это метод компьютерной обработки видео изображения, выявляющий особенности вибраций и движений объектов исследования. Виброизображение позволяет открывать скрытые свойства в исследуемых объектах, в независимости от того являются эти объекты живыми или не живыми физическими объектами. Относительно близкими аналогами виброизображения являются тепловое изображение или рентгеновское изображение объектов. Однако тепловое и рентгеновское изображение требуют специальных фотоприемных устройств определенного спектрального диапазона, в то время как виброизображение может быть получено из любого видеоизображения, в том числе черно-белого, цветного, теплового или рентгеновского. Обилие разносторонних применений технологии виброизображения требует определенной систематизации, хотя бы для определения пределов возможности данной технологии. В данном обзоре я остановлюсь на практических реализациях технологии виброизображения, уже нашедших применение в различных приложениях.

## 1. Методы классификации применений технологии виброизображения

Основным принципом классификации приложений технологии виброизображения является классификация по типу исследуемого объекта. Это может быть живой объект (люди, животные), биологический объект (растения, семена, кровь...) или неживой физический объект (машины, мосты, трубы...).

Следующим принципом классификации использований технологии виброизображения является классификация по способу получения информации от стационарной камеры, подключенной к компьютеру, или мобильного автономного устройства, например, мобильного телефона.

Также можно различать применения технологии виброизображения, основанные на локальности или глобальности используемой системы, например локальный компьютер, или компьютерная сеть, передающая результаты или обрабатывающая результаты на сервере.

Применения виброизображения, основанные на способе получения информации и локальности, включают в себя применения виброизображения, основанные на классификации объекта исследования, поэтому мы рассмотрим их более подробно.

## 2. Обзор применений виброизображений живых объектов

Первые виброизображения были получены при наблюдении различных частей тела человека [Минкин, Штам, 2000] и, безусловно, человек является наиболее интересным объектом исследований. В настоящее время количество различных применений технологии виброизображения, посвященных человеку заметно превышает количество всех остальных применений виброизображения.

### 2.1. Виброизображение человека

#### *Системы безопасности*

Первой практической задачей, которая была поставлена перед технологией виброизображения, была разработка системы бесконтактного выявления потенциально опасных людей [Минкин, 2007]. За более чем 10 лет разработки и поставок было изготовлено несколько тысяч таких систем, которые успешно решают поставленную задачу в аэропортах, вокзалах и других охраняемых объектах [Анисимова, Бирагов, 2008; Минкин, Целуйко, 2014]. Наиболее знаковым событием для данного применения было использование системы виброизображения для контроля всех посетителей Сочинской Олимпиады и выявления потенциально опасных и агрессивных посетителей [Минкин, Целуйко, 2014]. В настоящее время системы виброизображения используют 3 основных режима детекции потенциально опасных людей: Микро, Макро и Микс. Режим Микро ориентирован на контроль стоящих на одном месте

людей в течение не менее 10 секунд и обеспечивает наибольшую точность (2% < FRR < 10%) [Описание, 2019] при корректной организации контроля. Режим Микс ориентирован на контроль стоящих в очереди или медленно идущих людей и обеспечивает точность (8% < FRR < 15%) [Описание, 2019]. Режим Макро ориентирован на максимально быструю оценку состояния людей в толпе, он не столь точен как режимы Микро и Микс, однако позволяет оценивать поведение человека, находящегося в кадре всего 2–5 секунд с точностью (10% < FRR < 20%) [Описание, 2019].

### *Детекция лжи*

Система виброизображения, ориентированная на психофизиологическую детекцию лжи, представляет собой бесконтактный полиграф [Минкин, 2009; Описание, 2019; Choi, 2018]. Основным преимуществом систем виброизображения по отношению к полиграфу является возможность бесконтактного контроля, относительным недостатком является необходимость поддержания стабильной освещенности тестируемого. Точность систем виброизображения при психофизиологической детекции лжи сравнима с контактным полиграфом, однако время тестирования испытуемого может быть уменьшено за счет большой информативности виброизображения.

### *Интервью, детекция лояльности, психологические опросы для контроля персонала, определение способностей, самотестирование, профориентации и т. д.*

Информативность сигналов виброизображения и доказанная возможность аддитивности сознательной и бессознательной реакции позволяет в ходе короткого (3–7) минутного тестирования определить профиль множественного интеллекта [Минкин, Николаенко; 2017], психологические акцентуации личности [Бланк и др., 2018], совместимость [Минкин, 2012] или многие другие характеристики личности, на выявление которых необходимы часы при проведении аналогичных исследований по другим методикам.

### *Медицинская диагностика*

Проведенные исследования показали, что технология виброизображения позволяет диагностировать широкий спектр заболеваний, причем на ранней стадии их развития [Бланк и др., 2012]. Вестибулярно-эмоциональный рефлекс [Minkin, Nikolaenko, 2008] создает характерный двигательный отпечаток для каждой патологии, аналогичный биохимическому анализу, для выявления которого необходимо провести стандартные исследования контрольной группы и группы пациентов. Для медицинских применений технологию виброизображения следует рассматривать как экспресс диагностику, так как скорость получения результата превосходит большинство используемых аналогов.

### *Психофизиологический предсменный контроль*

Данное применение имеет все большую актуальность, так как развитие техники повышает значимость человеческого фактора, как одного из наиболее значимых рисков техногенных катастроф. Одноминутный предсменный контроль системой виброизображения операторов на атомных станциях [Бобров, Щебланов, 2018], авиадиспетчеров и других специалистов [Щелканова, 2018] позволяет значительно снизить риск неадекватных действий персонала в критических ситуациях и не допустить на смену персонал в неадекватном состоянии.

### *Спортивные применения виброизображения*

Одной из основных проблем современного спорта является отсутствие оперативных и бесконтактных методов контроля перетренированности спортсменов. Также известно, что психологический настрой спортсмена перед выступлением имеет большое значение для получения предельного результата. Для командных видов спорта большое значение имеет командная совместимость, оптимальный выбор стартового состава, оперативный контроль за изменением психофизиологического состояния в процессе игры и правильность замен в процессе игры. Технология виброизображения используется для решения перечисленных проблем [Луткова и др., 2019] и психофизиологический контроль в подготовке спортсменов несомненно будет развиваться в ближайшем будущем.

### *Виброизображение как инструмент исследования личностных характеристик человека*

В последнее время проведен ряд работ, направленных на исследование различных характеристик личности человека, ключевую роль в которых выполняет технология виброизображения [Минкин, Николаенко, 2017; Minkin, Nikolaenko, 2017; Minkin, Myasnikova, 2018; Минкин, Бланк, 2019]. Уникальные возможности технологии виброизображения, позволяющие сочетать одновременное исследование сознательной и бессознательной реакции, позволяют раскрывать новые свойства личности человека и способствовать развитию новых приложений виброизображения. Полученные результаты используются при тестировании множественного интеллекта, психологических акцентуаций, детекции лжи, проведения интервью, причем могут применяться с любыми технологиями психологического и психофизиологического тестирования.

## 2.2. Виброизображение животных

В настоящее время эти применения только набирают обороты, хотя в будущем по объемам они могут составить серьезную конкуренцию применениям, основанным на виброизображении людей. Все-таки люди могут обмениваться вербальной информацией, и технология виброизображения применяется

в основном для получения скрытой информации о человеке. В то время, как животное не может сказать ничего хозяину, а технология виброизображения может упростить общение человека и животного. Тем более, что истоки технологии виброизображения безусловно были заложены Дарвиным [Дарвин, 2001] и Лоренцем [Лоренц, 2009], которые в начале анализировали поведение животных, а затем переносили полученные выводы на человека. Поэтому использование виброизображения в ветеринарии и любителями животных должно получить развитие в ближайшее время.

### 2.3. Виброизображение биологических объектов

К биологическим объектам я отношу объекты, которые имеют собственную подвижность (живые клетки, кровь, жидкости), которую можно наблюдать при увеличении в микроскоп, а так же объекты практически без собственной подвижности (семена, листья, части растений), виброизображение которых большей частью определяется механическими особенностями края и контрастом объекта относительно фона. При кажущейся неинформативности подобных исследований не следует скептически относится к полученным статистическим результатам, если они показывают значимые отличия между различными видами биологических объектов [Zanco, 2016; Venture at al, 2017], так как внутренний биохимический состав имеет влияние на те физические характеристики (цвет, вес, контраст, форма края), которые выявляет виброизображение. Поэтому виброизображение может оказаться достаточно технологичным способом выявления генномодифицированных продуктов, за счет влияния совокупных физических признаков, на характеристики виброизображения [Zanco, 2016].

### 2.4. Виброизображение неживых объектов

Так как, практически все физические объекты нашего мира имеют вибрации или перемещения, то можно наблюдать виброизображение практически любого объекта. Наличие и качество виброизображения зависит прежде всего от средств наблюдения. Естественно, что для наблюдения объектов, имеющих большие вибрации, например, работающий двигатель автомобиля или вибрации моста, следует использовать стандартные телевизионные камеры, в то время как для фиксации вибрации опор моста может использоваться микроскоп. При этом для неживых объектов (как и для живых) виброизображение позволяет вычислять и использовать не только периодические перемещения, но и макроперемещение, например использоваться для регулирования дорожного движения [NikeiBP, 2017]. Другим возможным способом использования виброизображения является предсказание землетрясений и контроль за сейсмической активностью [VibraEarth, 2016]. Не исключена возможность информативного применения виброизображения в астрономии и дистанционном зондировании земли, так как накопление информации об удаленных макрообъектах может превосходить традиционные способы их наблюдения.

### 2.5. Наблюдение за мистическими явлениями

Именно то, что виброизображение является сугубо технической и физической технологией измерения характеристик механических перемещений объекта, позволяет визуализировать явления, которые не всегда имеют научное и однозначное объяснение. При этом следует уделять особое внимание условиям проведения эксперимента (повторю, что вибрации есть у любого объекта, их визуализация зависит только от средств наблюдения) и выводам, которые делаются на основе полученных данных. Технология виброизображения в силу заложенных в нее математических формул с высокой чувствительностью выявляет периодические и стохастические вибрации в любом движении, а изменения в вибрациях могут свидетельствовать о различных изменениях состояния объекта, которые не всегда так же значимо могут быть выявлены другими физическими методами. Именно высокая чувствительность к изменению состояния привлекает исследователей, занимающихся изучением различных необъяснимых явлений [Debertolis, Gulla, 2017]. Все результаты, получаемые системой виброизображения, имеют четкий физический смысл, так как система виброизображения регистрирует только физические явления. Правильная организация эксперимента и четкое следование рекомендациям по применению позволяет исследователям делать корректные выводы из полученных результатов.

### 3. Дискуссия

Данный обзор является вторым после работы [Минкин, 2007], в котором описываются различные применения систем виброизображения. Естественно, что за прошедшее с первой публикации время, количество практически используемых применений несколько увеличилось. В работе [Минкин, 2018] были проанализированы причины неторопливости развития технологии виброизображения. Большая часть новых применений была предложена пользователями систем виброизображения, которые получали новые результаты, расширяющие возможности существующих программ. Скорее всего, такая тенденция будет иметь место и в будущем, если не изменится существующая бизнес модель кооперации Элсис — Партнеры. На данный момент разработчики системы виброизображения (компания Элсис) в основном ориентированы на техническую поддержку партнеров, достижение лучших технических результатов (увеличение быстродействия, снижение загрузки процессора, повышение точности, освоение новых платформ и т. д.), что требует значительных ресурсов Элсиса [Минкин, 2018]. Однако, скорость развития приложений может быть значительно увеличена при появлении глобального бизнес инвестора, который сможет объединить развитие всех направлений в рамках одной компании.

## Выводы

За прошедшее время после подачи первого патента [Минкин, Штам, 2000] технология виброизображения медленно, но верно развивается в различных

направлениях. Станет ли это развитие прорывным, а технология виброизображения массовой будет ясно в ближайшие несколько лет. Пока ее технические свойства (бесконтактность, информативность вестибулярно-эмоционального рефлекса, простота получения информации) обеспечивают ей преимущество над другими технологиями психофизиологической детекции. Но технический прогресс не стоит на месте. Скорее всего, если в течение ближайших 10 лет не будет сделан прорыв к массовым применениям, то появятся мощные конкуренты. Возможно это будут технологии использования отраженных электромагнитных волн [Zhao et al., 2016], которые начинают использоваться для психофизиологической детекции, а возможно, появится что-то принципиально новое и неизвестное. Греческий философ Протагор утверждал, что человек является мерой всех вещей. Поэтому исследование человека как объекта, всегда будет основной целью науки, а технология виброизображения только ступенька в его изучении.

**Литература:**


1. *Анисимова Н. Н., Бирагов И. Л.* Правовое и техническое обеспечение профайлинга // Информост. 2008. № 1 (54). С. 7–10.
2. *Бланк М. А. и др.* Экспресс-диагностика типов акцентуаций личности в аспекте определения психологической совместимости пациента и лечащего врача // Современная психофизиология. Технология виброизображения: Тр. 1-й Международной научно-технической конференции, 28–29 июня 2018 г., Санкт-Петербург, Россия. СПб.: МП «Элсис», 2018. С. 47–51.
3. *Бобров А.Ф., Щебланов В. Ю.* Технология виброизображения: новая парадигма в психофизиологических обследованиях персонала предприятий и объектов атомной отрасли // Современная психофизиология. Технология виброизображения: Тр. 1-й Международной научно-технической конференции, 28–29 июня 2018 г., Санкт-Петербург, Россия. СПб.: МП «Элсис», 2018. С. 15–24.
4. *Дарвин Ч.* О выражении эмоций у людей и животных. СПб.: Питер, 2001. 384 с.
5. *Дегтярев М. С., Фурсов В. В.* Использование технологии виброизображения для изучения и коррекции психических состояний легкоатлетов, бегунов на короткие дистанции, сборник научных трудов / Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П. Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург. СПб., 2013.
6. *Лоренц К.* Агрессия. Римис, 2009. 352 с.
7. *Минкин В. А.* Виброизображение. СПб.: Реноме, 2007. 108 с.
8. *Минкин В. А.* Телевизионная биометрия. Синхронность физиологических процессов как признак биологической совместимости. Труды 20-й Международной научно-технической конференции «Современное телевидение и радиоэлектроника», Москва, 15–16 марта, 2012 г. М., 2012. С. 283–285.
9. *Минкин В. А., Целуйко А. В.* Практические результаты применения систем технического профайлинга для обеспечения безопасности на транспорте // Транспортное право. 2014. № 3. С. 27–32.
10. *Минкин В. А., Николаенко Я. Н.* Виброизображение и множественный интеллект. СПб.: Реноме, 2017. 156 с.
11. *Минкин В.А., Бланк М. А.* Психофизиологическое формирование периода мозговой активности // Современная психофизиология. Технология виброизображения: Тр.

2-й Международной научно-технической конференции, 25–26 июня 2019 г., Санкт-Петербург, Россия. СПб.: МП «Элсис», 2019. С. 148–156.
12. Описание системы контроля психоэмоционального состояния человека VibraImage 10 PRO [Электронный ресурс]. СПб.: МП «Элсис», 2019. URL: http://www.psymaker.com/downloads/VI10ManualRus.pdf (дата обращения: 06.05.2019).
13. Пат. RU 2187904, МПК H04N 5/14. Способ и устройство преобразования изображения / *В. А. Минкин, А. И. Штам*, ООО «МП «Элсис». Заявл. 19.12.2000; Опубл. 20.08.2002.
14. Пат. RU 2510238, МПК A61B 5/11. Способ получения информации о психофизиологическом состоянии живого объекта / *В. А. Минкин*, ООО «МП «Элсис». Заявл. 26.10.2009; Опубл. 27.03.2014, Бюл. № 9.
15. Пат. RU 2515149, МПК A61B 5/11. Способ скрининг-диагностики рака простаты / *М. А. Бланк, О. А. Бланк, В. А. Минкин*, ООО «МП «Элсис». Заявл. 06.02.2012; Опубл. 10.05.2014, Бюл. № 13.
16. *Щелканова Е. С.* Виброизображение и экспресс-диагностика психофизиологического состояния лиц опасных профессий // Современная психофизиология. Технология виброизображения: Тр. 1-й Международной научно-технической конференции, 28–29 июня 2018 г., Санкт-Петербург, Россия. СПб.: МП «Элсис», 2018. С. 25–32.
17. *Choi K. et al.* Research of video polygraph for lie detection with statement analysis by vibraimage technology // Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology: Proceedings of the 1st International Conference, June 28–29, 2018, Saint Petersburg, Russia. Saint Petersburg, Russia: ELSYS Corp., 2018. P. 150–158.
18. *Debertolis P., Gulla D.* Archaeoacoustic exploration in Montebello castle (Rimini, Italy) // MedCrave, Arts and humanities Open Access Journal. 2017. Vol. 1, Iss. 1. P. 11–17.
19. *Minkin V. A., Nikolaenko N. N.* Application of Vibraimage Technology and System for Analysis of Motor Activity and Study of Functional State of the Human Body // Biomedical Engineering, 2008. Vol. 42, No. 4. P. 196–200. DOI: 10.1007/s10527-008-9045-9.
20. *Minkin V., Nikolaenko Y.* Application of New Concept for Multiple Intelligences Calculation for Personality and Social Groups Comparison Research // Journal of Behavioral and Brain Science. 2017. Vol. 7. P. 447–463.
21. *Minkin V., Myasnikova E.* Using Vibraimage Technology to Analyze the Psychophysiological State of a Person During Opposite Stimuli Presentation // Journal of Behavioral and Brain Science, 2018, Vol. 8. P. 218–239.
22. *Nikkei B. P.* 100 technologies changing the world. 2017.
23. *Venture C. et al.* Cell melodies: when sound speaks to stem cells // CellR4. 2017. Vol. 5(2). P. e2331.
24. VibraEarth. Earthquake detector Manual [Electronic resource]. Saint Petersburg: Elsys Corp. publishing, 2019. URL: http://www.psymaker.com/downloads/VibraEarthEng.pdf (access date: 06.05.2019).
25. *Zanco J. J.* Biofotonica na caracterzacao de sementes submetidas a altas diluicoes dinamiza. 2016.
26. *Zhao et al.* Emotion recognition using Wireless Signals // MobiCom’16, October 03–07. New York, 2016.