
EUROPEAN  **of Medicine.**
Journal **Series B**

Has been issued since 2014.
E-ISSN 2413-7464
2019. 6(1). Issued once a year

EDITORIAL BOARD

Pogorelov Maxim – Sumy State University, Sumy, Ukraine (Editor-in-Chief)
Grebenik Lyudmila – Sumy State University, Sumy, Ukraine
Goncharova Nadezhda – Research Institute of Medical Primatology, Sochi, Russian Federation
Garbuzova Victoriia – Sumy State University, Sumy, Ukraine
Goswami Sribas – Serampore College, West Bengal, India
Khodasevich Leonid – Sochi State University, Sochi, Russian Federation
Manilal Aseer – Arba Minch University, Ethiopia
Moskalenko Roman – Sumy State University, Sumy, Ukraine
Razvodovsky Yuri – Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

Journal is indexed by: CiteFactor – Directory of International Research Journals (Canada), **Cross Ref (USA)**, **Open Academic Journals Index (USA)**

All manuscripts are peer reviewed by experts in the respective field. Authors of the manuscripts bear responsibility for their content, credibility and reliability.

Editorial board doesn't expect the manuscripts' authors to always agree with its opinion.

Postal Address: 1367/4, Stara Vajnorska str., Bratislava – Nove Mesto, Slovakia, 831 04
Release date 15.12.19.
Format 21 × 29,7/4.

Website: <http://ejournal27.com/>
E-mail: aphr.sro@gmail.com
Headset Georgia.

Founder and Editor: Academic Publishing House Researcher s.r.o. Order № 11.

© European Journal of Medicine. Series B, 2019

European Journal of Medicine. Series B

2019

Is. **1**

C O N T E N T S

Articles and Statements

Digital “Barcoding” Techniques for Identification and Decoding of Analog Neuroelectrophysiological Information from Old Printed Registrograms E.D. Adamovich, A.V. Notchenko, O.V. Gradov	3
Psophometric and Deviometric Approaches for Filtered ECG Analysis E.D. Adamovich	11
Early Diagnostics of Hearing Disorders in Children of Preschool Age in the Republic of Uzbekistan (Review) A.A. Musaev, A.A. Abdukayumov, G.A. Rozikhodjaeva	41
Cardiometabolic Risk Factors in Medical Students: Cause for Concern V.A. Sergeeva, A.R. Akzhigitova, E.A. Konkina	48
The Development of Medical Services Based on the Use of Modern Technologies Yu.S. Zelinskaya, E.V. Bakalskaya	55

Copyright © 2019 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
European Journal of Medicine. Series B
Has been issued since 2014.
E-ISSN: 2413-7464
2019, 6(1): 3-10

DOI: 10.13187/ejm.s.b.2019.1.3
www.ejournal27.com



Articles

Digital “Barcoding” Techniques for Identification and Decoding of Analog Neuroelectrophysiological Information from Old Printed Registograms

Eugen D. Adamovich ^a, Alexander V. Notchenko ^b, Oleg V. Gradov ^{a,*}

^a Talroze Institute of Energy Problems of Chemical Physics, Moscow, Russian Federation

^b Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract

The article considers novel digital “barcoding” methods and techniques for identification and decoding of different analog neuroelectrophysiological information from old printed registograms, including rasters, cross-correlogramms, PC-analysis results (Principal Components Analysis) and PSTH. It is obvious, that the basic principle of laser-based barcode reading and real time analysis using CMOS and CCD sensors may be realized not only for linear barcodes, but also for PDF417 or MicroPDF417, Datamatrix, Codablock, stacked barcodes, POSTNET codes, EAN, UPC, Code128 et cetera.

Keywords: barcode, cross-correlogramms, rasters, Principal Components Analysis, Joint PSTH, Datamatrix, CODABLOCK, stacked barcodes, trial bin counts, POSTNET, PDF417, MicroPDF417, EAN, UPC, Code128, bin.

1. Введение

Стандартной проблемой множества классических нейрофизиологических лабораторий мира является считывание и оцифровка данных, полученных в прошлые периоды работы в других (устаревших на данный момент) компьютерных или аналоговых форматах. Так, в частности, случается с растровыми электрофизиологическими регистрациями 1970–1990-х гг., хранящимися зачастую в виде листов аналоговых графических распечаток без сохранения в виде расшифровываемого файла численных данных, над которым можно производить аналитические преобразования.

Как следствие, идентификация статистически-значимых пластов экспериментальных электрофизиологических данных, в том числе – являющихся результатом экспериментов в космической биологии и радиобиологии, повторение которых невозможно и биологически неоправданно, оказывается невозможной. Утеря подобной информации чревата потерей возможности прямой верификации результатов нетривиальных и спорных экспериментов, как опубликованных, так и неопубликованных в периодических изданиях (хранящихся в подлежащих оцифровке каталогизированных архивах).

Если рассматривать спайковую активность как последовательный код (Rieke et al., 1999) на разных уровнях организации нейронной структуры (Gerstner, Kistler, 2002),

* Corresponding author

E-mail addresses: o.v.gradov@gmail.com (O.V. Gradov)

то становится очевидным, что необходимы коды различной размерности, которые могли бы быть построены на основе вышеуказанных графических данных и использованы для извлечения и квантификации физиологической информации из них. В частности, это необходимо: для анализа вызванных потенциалов сложной многокомпонентной формы и с высокой нелинейностью (Luck, 2005), для установления параметров периодичности и соотношения регулярной и хаотической динамики ритмов головного мозга (Buzsaki, 2006), при расшифровке результатов экспериментов по стимуляции глубоких структур головного мозга (Montgomery, 2010) и данных наблюдений динамики мозга (Mitra, Bokil, 2007) – в особенности при мультипараметрическом мониторинге, методология которого начиная с 1990 гг. стала основываться целиком на цифровой записи и обработке данных (Rogatsky et al., 1996; Mayevsky et al., 1998; Sola et al., 2003).

Естественно, что стандартные методы оцифровки медицинских данных с помощью дигитайзера, которые доступны даже специалисту со средним медицинским образованием (Zerwekh, Zerwekh Garneau, 2012), не являются достаточно быстрыми и достаточно точными для эффективной расшифровки тонких особенностей многоканальной записи. В то же время использование специализированных программ для расшифровки аналоговых записей, которыми часто пользуются российские специалисты в отсутствие качественной цифровой или оцифровывающей техники – например, Graph2Digit (Toropygina et al., 2005; Makhneva et al., 2008), приводит к появлению в файле расшифровки множества промежуточных значений, которые могут быть отнесены к артефактам, либо к получению аппроксимируемых сплайнами малоинформативных, с позиций исследования нелинейной динамики мозга (Stam, 2006), данных со сглаженными элементами хаотических волн и стохастической электрофизиологической активности мозга (West, 1988). Вместе с тем, очевидно, что само по себе аппроксимирование нелинейных форм активности, не ведущее к их систематизации на некотором пространстве состояний – то есть автоматизированной физиологической классификации по объективным нелинейно-динамическим критериям на этой метрике (Shelhamer, 2006) – не имеет физиологического смысла, так как приводит впоследствии к необходимости дополнительной работы, связанной с обработкой данных в ходе поиска и качественного классификационного анализа этих особенностей.

Отсюда следует необходимость использования метода, обладающего и свойствами обычных оцифровывающих и аппроксимирующих методов в электро-/нейрофизиологии, и свойствами распознавания и автоматической классификации образов – квантификации и кластеризации (Li et al., 2010) электрофизиологической информации. В таксономии для классификации биоразнообразия и анализа генетических рядов данных часто используют методы генетического баркодинга (Waterton et al., 2013), аппаратные средства которых, используя обработку данных в режиме реального времени, приводят к поиску, выявлению и отнесению к соответствующей метке в базе данных видоспецифичных фрагментов кода, классифицируемых машинными методами в рамках молекулярной систематики. Это дает также возможность квантификации (Appleyard et al., 2011; Grosselin et al., 2013) на заведомо оптимальном уровне дискретности измерения. С недавнего времени "баркодинг" стал использоваться как термин в нейрофизиологии (Lefebvre et al., 2012), что привело к спекулятивным заявлениям в пресс-релизах типа "Neurons Use Barcodes to Tell Self from Non-Self", в действительности не имеющих отношения к баркодингу как к методу анализа последовательностей. Применимость программных средств анализа данных генетического баркодинга, тем не менее, ограничена только молекулярно-биологическими секвенциями, хотя физические принципы распознавания образов или кластеризации баркодов обладают общностью для любых типов последовательностей данных (Bondar, Nyul, 2013).

2. Принцип и метод

Нами предлагается кардинально новый подход к считыванию и автоматизированной интерпретации электрофизиологических / нейрофизиологических данных, основанный на использовании распознавания и сопоставления интерпретируемых графических данных с устаревшими аналоговых носителей различным типам баркодов любой размерности, вплоть до динамических четырехмерных (Langlotz, Bimber, 2007). Учитывая применимость математических пакетов общего назначения типа MATLAB для обработки информации с электро-/нейрофизиологических источников (Wallisch et al., 2008) и распространение в

последнее время интеллектуальных мобильных устройств, пригодных для считывания и передачи по сети распознанной информации баркодов (Kato et al., 2010), рациональнее производить распознавание с использованием кодов MATLAB и на подобных мобильных устройствах (Wachenfeld et al., 2010) с дальнейшим удаленным распознаванием образов методами математической морфологии (Katona et al., 2013). Превосходные изложения общих принципов применения баркодов, понятные для неспециалистов в этой области, в том числе для специалистов биомедицинского профиля (Palmer, 2007), издаваемые во многих авторитетных издательствах, позволяют не останавливаться в настоящем кратком сообщении на основных принципах применения баркодов, перейдя к изложению прямых результатов предлагаемой методики, сделав лишь неизбежную оговорку на несводимость термина "баркод" к известному в русском языке аналогу "штрих-код", так как множество рассматриваемых ниже электро-/нейрофизиологических записей и баркодов не содержат прямой штриховой информации.

Предлагается вполне визуально-очевидное сопоставление различных свойственных электрофизиологии методов визуализации данных разной размерности специфичным по морфологическим принципам баркодам с классификацией и занесением соответствующих данных в корректный раздел дисковой памяти ЭВМ. Результаты сопоставления даются в таблице 1., из которой видно, что: растровые диаграммы, разрабатывавшиеся с 1970-х гг. (Tomey, Sabah, 1975), сопоставимы одномерным кодам; графические паттерны кросс-коррелограмм, известные в нейрофизиологии с 1960-х гг. (Katunsky, Khayutin, 1968), сопоставимы кодам ZIP 4 и POSTNET; анализ принципиальных спайковых компонент, также широко используемый с последней четверти прошлого века и давший в 1980-х гг. аналогию между нейроном и анализатором главных компонент как направление редукционизма в нейрофизиологической аналитике (Oja, 1982; Baldi, Hornik, 1989), может быть сопоставлен штрих-коду типа IM, имеющему эквивалентные символы 4-CB и USPS4CB; диагональные корреляционные гистограммы в методах постстимульных или перистимульных гистограмм, активно применявшиеся с 1970-х годов (Tsumoto, 1974) и получившие хорошее математическое обеспечение в 1980-х (Palm et al., 1988), хорошо сопоставимы кодам Datamatrix (ISO/IEC16022), которые позволяют закодировать в одном паттерне (баркоде) до 2048 байт информации, а ещё один метод визуализации результатов анализа постстимульных или перистимульных гистограмм с временной разверткой, также известный в зарубежных публикациях как PSTN Versus Time и т.п. (Kraus et al., 2013), можно сопоставить кодификации Codablock, составленной из множества параллельных по ординате кодов (т.н. "stacked barcodes"). Аналогичным образом расшифровываются до сих пор применимые методы визуализации счета в бинах, известные также как trial-to-trial bin counts (Devilbiss et al., 2012) или просто trial bin counts, которым сопоставляется код PDF417, поддерживающий шифровку до 2710 знаков.

Подробное изложение нескольких конкретных методов баркодинга физиологической информации дано нами ранее*, поэтому на методах и аппаратных средствах их реализации как безынтересных с физиологической точки зрения данных подробно останавливаться не имеет смысла. Отметим лишь, что разрабатывавшееся в 2012 г. программное обеспечение имело целью распознавание не только *post factum* электрофизиологических записей, но и анализ кадра от аналоговых приборов (графопостроителей, обычных и двухкоординатных самописцев, светолучевых осциллографов с проявляющейся лентой, пленок с аппаратуры регистрации "Polaroid" и т.д.) в режиме реального времени†.

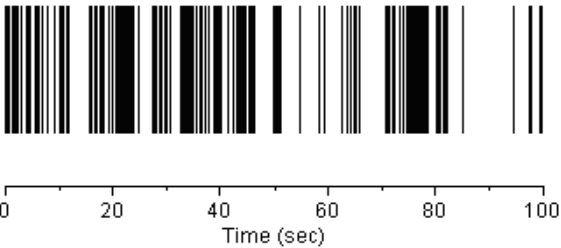

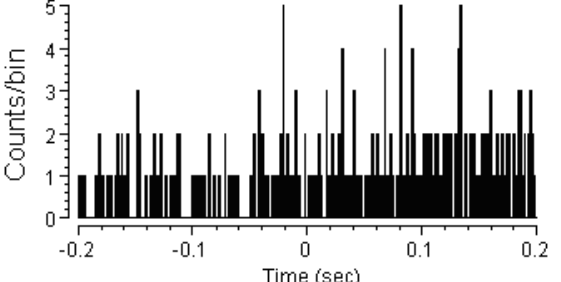
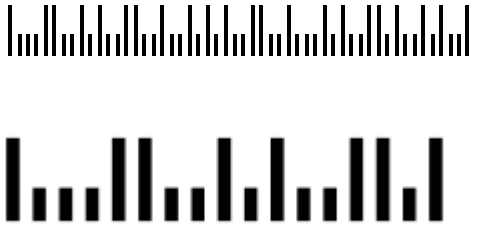
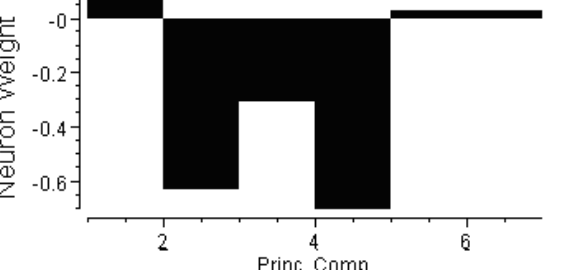

* См. труды VIII Российско-Баварской конференции по биомедицинской инженерии (VIII Russian-Bavarian conference on biomedical engineering), прошедшей в Санкт-Петербурге 29-31 мая 2012 года (С. 175).

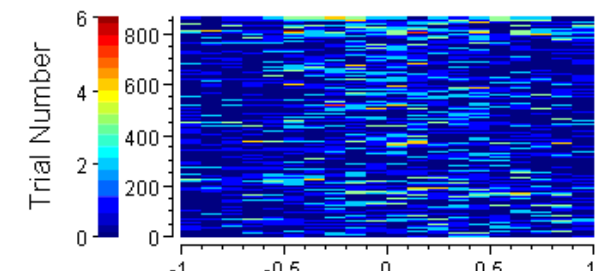
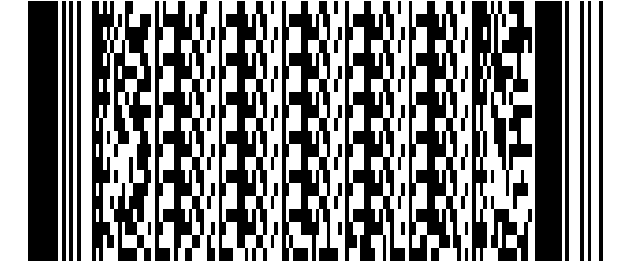
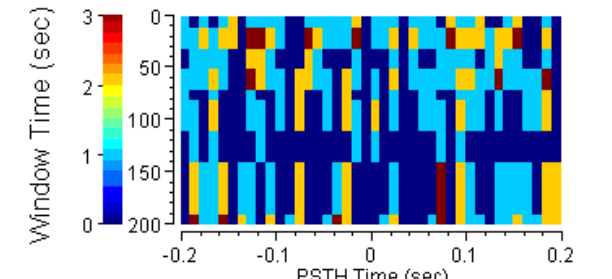
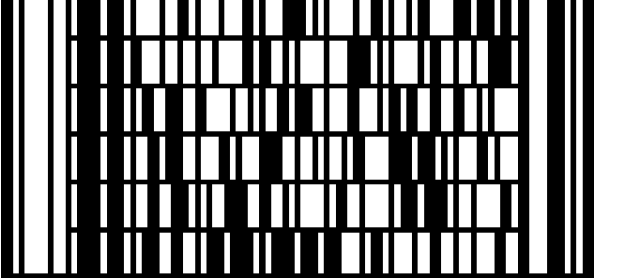
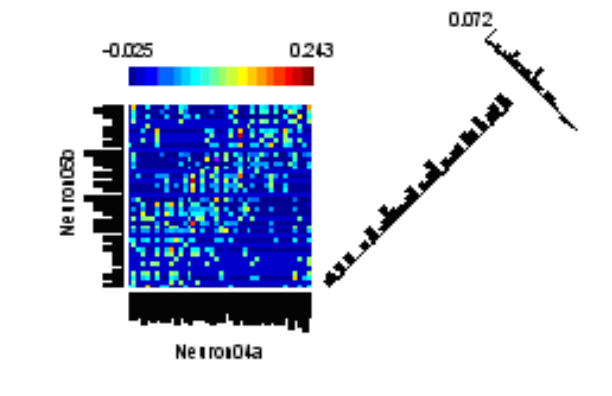
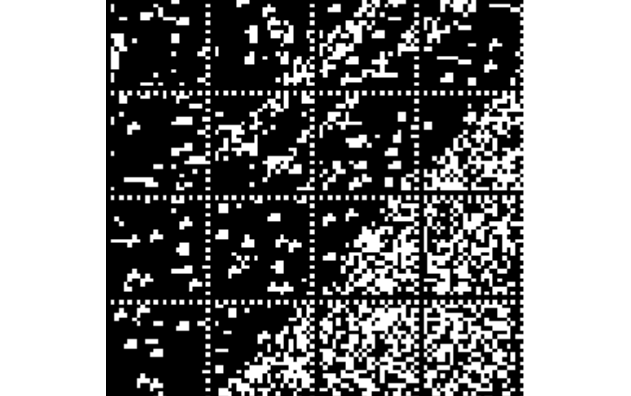
† Подобная идеология была имплементирована нами впоследствии в работе: Адамович Е., Градов О. Телеметрическая сверхвысокочастотная ЭКГ-приставка с поточным конвейерным распознаванием образов в режиме реального времени // Биомедицинская инженерия и электроника. 2015. № 8(1). С. 7-36.

3. Результаты

Результаты сопоставления приводятся в таблице ниже:

Таблица 1. Результаты сопоставления

<p>ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ</p>	<p>СООТВЕТСТВУЮЩИЙ ЕМУ АЛГОРИТМ БАРКОДИНГА И ЕГО РАСШИФРОВКИ</p>
	
<p>Растровые диаграммы (rasters), отражающие последовательность сигналов во времени. В зависимости от настроек окна регистрации может иметь произвольную длительность</p>	<p>Коды EAN (European Article Number) или UPC (Universal Product Code), включая код Code128 (UPC/EAN-128), Interleaved 2 of 5, т.е. одномерные коды произвольной длины</p>
	
<p>Кросс-коррелограмма (данный паттерн снят при бине = 1ms)</p>	<p>Коды POSTNET (Postal Numeric Encoding Technique), применяемые наряду с ZIP+4</p>
	
<p>Анализ главных компонент (т.н. Principal Components Analysis) электрорегистрации</p>	<p>IM (Intellectual mail) штрих-код, имеющий эквивалентные символы 4-CB и USPS4CB</p>

	
<p>Счет регистрируемых бинов, т.е. временных окон (Trial bin counts) в ходе эксперимента (при бинаризации по количеству отсчетов)</p>	<p>PDF417 (Portable Data File – переносимый файл данных), поддерживающий шифровку до 2710 знаков. Аналог кода: MicroPDF417</p>
	
<p>Метод перистимульных гистограмм (PSTH Vs Time) с оконной визуализацией (bin)</p>	<p>Codablock, входящий в множество "stacked barcodes" как наложение множества кодов</p>
	
<p>Joint PSTH - постстимульная гистограмма / перистимульная гистограмма и её паттерны</p>	<p>Datamatrix (ISO/IEC16022), позволяющий кодировать до 2048 байт информации</p>

4. Заключение

Таким образом, создается программная возможность информоёмкого кодирования и хранения нейрофизиологической информации, в ходе которых классификация по методам может производиться автоматически в режиме реального времени при распознавании кода машиной, а классификация по характеристикам – опосредованно человеком-оператором, но без привлечения избыточной информации об эксперименте и избыточных вычислений. На данный момент разработка данной темы прекращена из-за абсолютного отсутствия штата и финансирования.

References

[Appleyard et al., 2011](#) – Appleyard D.C., Chapin S.C., Doyle P.S. (2011). Multiplexed Protein Quantification with Barcoded Hydrogel Microparticles. *Analytical Chemistry*, Vol. 83, Is. 1, pp. 193-199.

[Baldi, Hornik, 1989](#) – Baldi P., Hornik K. (1989). Neural networks and principal component analysis: Learning from examples without local minima. *Neural Networks*, Vol. 2, pp. 53-55.

- [Bondar, Nyul, 2013](#) – *Bondar P., Nyul L.G.* (2013). Barcode Detection Using Local Analysis, Mathematical Morphology, and Clustering. *Acta Cybernetica*, Vol. 21, Is. 1, pp. 21-35.
- [Buzsaki, 2006](#) – *Buzsaki G.* (2006). Rhythms of the Brain. Oxford University Press, Oxford, New York, 464 p.
- [Devilbiss et al., 2012](#) – *Devilbiss D.M., Jenison R.L., Berridge C.W.* (2012). Stress-Induced Impairment of a Working Memory Task: Role of Spiking Rate and Spiking History Predicted Discharge. *PLoS Computational Biology*, Vol. 8, Is. 9, Art. No. e1002681.
- [Gerstner, Kistler, 2002](#) – *Gerstner W., Kistler W.M.* (2002). Spiking Neuron Models: Single Neurons, Populations, Plasticity. Cambridge University Press, Cambridge, New York, 496 p.
- [Grosselin et al., 2013](#) – *Grosselin J., Sii-Felice K., Payen E., Chretien S., Roux D.T., Leboulch P.* (2013). Arrayed lentiviral barcoding for quantification analysis of hematopoietic dynamics. *Stem Cells*, DOI: 10.1002/stem.1383, in press.
- [Kato et al., 2010](#) – *Kato H., Tan K.T., Chai D.* (2010). Barcodes for Mobile Devices, Cambridge University Press, Cambridge, New York, 268 p.
- [Wachenfeld et al., 2010](#) – *Katona M., Nyúl L.G.* (2010). Efficient 1D and 2D Barcode Detection Using Mathematical Morphology. *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 7883, pp. 464-475.
- [Katunsky, Khayutin, 1968](#) – *Katunsky A.Y., Khayutin V.M.* (1968). The reflex latency and the level of mediation of spinal afferent impulses to the cardiovascular sympathetic neurones. *Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere*, Vol. 298, Is. 4, pp. 294-304.
- [Kraus et al., 2013](#) – *Kraus B.J., Robinson R.J., White J.A., Eichenbaum H., Hasselmo M.E.* (2013). Hippocampal "time cells": time versus path integration. *Neuron*, Vol. 78, Is. 6, pp. 1090-1101.
- [Langlotz, Bimber, 2007](#) – *Langlotz T., Bimber O.* (2007). Unsynchronized 4D Barcodes. *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 4841, pp. 363-374.
- [Lefebvre et al., 2012](#) – *Lefebvre J.L., Kostadinov D., Chen W.V., Maniatis T., Sanes J.R.* (2012). Protocadherins mediate dendritic self-avoidance in the mammalian nervous system. *Nature*, Vol. 488, Is. 7412, pp. 517-521.
- [Li et al., 2010](#) – *Li G., Schultz A.E., Kuiken T.A.* (2010). Quantifying pattern recognition-based myoelectric control of multifunctional transradial prostheses. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, Vol. 18, Is. 2, pp. 185-192.
- [Luck 2005](#) – *Luck S.J.* (2005). An Introduction to the Event-Related Potential Technique. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, 388 p.
- [Makhneva et al., 2008](#) – *Makhneva Z.K., Erokhin Y.E., Moskalenko A.A.* (2008). Assembly of LH2 light-harvesting complexes in *Rhodospseudomonas palustris* cells illuminated by blue and red light. *Microbiology*, Vol. 77, Is. 3, pp. 339-347.
- [Mayevsky et al., 1998](#) – *Mayevsky A., Manor T., Meilin S., Doron A., Ouaknine G.E.* (1998). Real-Time Multiparametric Monitoring of the Injured Human Cerebral Cortex – a New Approach. *Acta Neurochirurgica Suppl.*, Vol. 71, pp. 78-81.
- [Mitra, Bokil, 2007](#) – *Mitra P., Bokil H.* (2007). Observed Brain Dynamics. Oxford University Press, Oxford, New York, 408 p.
- [Montgomery, 2010](#) – *Montgomery E.B.* (2010). Deep Brain Stimulation Programming: Principles and Practice. Oxford University Press, Oxford, New York, 208 p.
- [Oja, 1982](#) – *Oja E.* (1982). Simplified neuron model as a principal component analyzer. *Journal of Mathematical Biology*, Vol. 15, Is. 3, pp. 267-273.
- [Palm et al., 1988](#) – *Palm G., Aertsen A.M.H.J., Gerstein G.L.* (1988). On the significance of correlations among neuronal spike trains. *Biological Cybernetics*, Vol. 59, Is. 1, pp. 1-11.
- [Wachenfeld et al., 2010](#) – *Palmer R.C.* (2010). The Bar Code Book. A Comprehensive Guide To Reading, Printing, Specifying, Evaluating, And Using Bar Code and Other Machine-Readable Symbols, Trafford Publishing, Victoria, 470 p.
- [Rieke et al., 1999](#) – *Rieke F., Warland D., van Steveninck R., Bialek W.* (1999). Spikes: Exploring the Neural Code. A Bradford Book, MIT Press; Cambridge, Massachusetts, London, 416 p.
- [Rogatsky et al., 1996](#) – *Rogatsky G., Mayevsky A., Zarchin N., Doron A.* (1996). Continuous multiparametric monitoring of brain activities following fluid-percussion injury in rats: preliminary results. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, Vol. 7, Is. 1, pp. 23-43.

[Shelhamer, 2006](#) – *Shelhamer M.* (2006). Nonlinear Dynamics in Physiology: A State-space Approach. World Scientific Publishing Company, Singapore, 368 p.

[Sola et al., 2003](#) – *Sola A., Palacios L., Lopez-Marti J., Ivorra A., Noguera N., Gomez R., Villa R., Aguilo J., Hotter G.* (2003). Multiparametric monitoring of ischemia-reperfusion in rat kidney: effect of ischemic preconditioning. *Transplantation*, Vol. 75, Is. 6, pp. 744-749.

[Stam, 2006](#) – *Stam C.J.* (2006). Nonlinear Brain Dynamics. 148 p., Nova Science Publishers Inc., New York.

[Tomey, Sabah, 1975](#) – *Tomey G.F., Sabah N.H.* (1975). Raster display of single-unit neuronal responses. *Medical and biological engineering*, Vol. 13, Is. 2, pp. 315-316.

[Toropygina et al., 2005](#) – *Toropygina O.A., Makhneva Z.K., Moskalenko A.A.* (2005). Reconstitution of Okenone into Light Harvesting Complexes from *Allochrochromatium minutissimum*. *Biochemistry*, Vol. 70, Is. 11, pp. 1231-1237.

[Tsumoto, 1974](#) – *Tsumoto T.* (1974). Characteristics of the thalamic ventrobasal relay neurons as a function of conduction velocities of medial lemniscal fibers. *Experimental Brain Research*, Vol. 21, Is. 1, pp. 211-224.

[Wachenfeld et al., 2010](#) – *Wachenfeld S., Terlunen S., Jiang X.* (2010). Robust 1-D Barcode Recognition on Camera Phones and Mobile Product Information Display. *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 5960, pp. 53-69.

[Langlotz, Bimber, 2007](#) – *Wallisch P., Lusignan M., Benayoun M., Baker T.I., Dickey A.S., Hatsopoulos N.* (2007). MATLAB for Neuroscientists: An Introduction to Scientific Computing in MATLAB, 400 p., Academic Press, Elsevier, Burlington – San Diego – London.

[Waterton et al., 2013](#) – *Waterton C., Ellis R., Wynne B.* (2013). Barcoding Nature: Shifting Cultures of Taxonomy in an Age of Biodiversity Loss. Routledge, London, New York, 224 p.

[Stam, 2006](#) – *West B.* (2006). Chaos and Brain Wave Activity: Measures of Irregular Time Series. 1988, Physical dynamics Inc. (Government publication), La Jolla, California, 244 p.

[Zerwekh, Zerwekh Garneau, 2012](#) – *Zerwekh J.A., Zerwekh Garneau A.* (2012). Nursing Today: Transition and Trends. Elsevier Saunders; St. Louis, Missouri, 640 p.

Методы цифрового баркодинга для идентификации и декодирования аналоговой нейроэлектрофизиологической информации с устаревших носителей печатных регистрограмм

Евгений Д. Адамович ^a, Александр В. Нотченко ^b, Олег В. Градов ^{a,*}

^a ИнЭпХФ РАН им. В.Л. Тальрозе, Москва, Российская Федерация

^b Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

Аннотация. Нами предлагается кардинально новый подход к считыванию и автоматизированной интерпретации электрофизиологических/нейрофизиологических данных, основанный на использовании распознавания и сопоставления интерпретируемых графических данных с устаревшими аналоговых носителей различным типам баркодов любой размерности, вплоть до динамических четырехмерных. Учитывая применимость математических пакетов общего назначения типа MATLAB для обработки информации с электро-/нейрофизиологических источников и распространение в последнее время интеллектуальных мобильных устройств, пригодных для считывания и передачи по сети распознанной информации баркодов, может быть рациональным распознавание с использованием MATLAB и на подобных мобильных устройствах с дальнейшим удаленным распознаванием образов методами математической морфологии. Превосходные изложения общих принципов применения баркодов, понятные для неспециалистов в этой области, в том числе для специалистов биомедицинского профиля, издаваемые во многих

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: o.v.gradov@gmail.com (О.В. Градов)

авторитетных международных издательствах, позволяют не останавливаться в настоящем кратком сообщении на основных принципах применения баркодов, перейдя к изложению прямых результатов предлагаемой методики, сделав лишь неизбежную оговорку на несводимость термина "баркод" *sensu lato* к известному в русском языке аналогу "штрих-код" *sensu stricto*, так как множество рассматриваемых ниже электро-/нейрофизиологических записей и баркодов не содержат прямой штриховой информации, а также имеют размерность, большую чем линейные низкоразмерные баркоды.

Ключевые слова: штрих-код, кросс-коррелограммы, растры, анализ основных компонентов, объединенный PSTH, Datamatrix, CODABLOCK, составные штрих-коды, количество пробных корзин, POSTNET, PDF417, MicroPDF417, EAN, UPC, Code128, bin.

Copyright © 2019 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
European Journal of Medicine. Series B
Has been issued since 2014.
E-ISSN: 2413-7464
2019, 6(1): 11-40

DOI: 10.13187/ejm.s.b.2019.1.11
www.ejournal27.com



Psophometric and Deviometric Approaches for Filtered ECG Analysis

Eugene D. Adamovich ^a

^a Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russian Federation

Abstract

The article considers the novel method for ECG spectral analysis based on psophometric and spectral deviometric devices or algorithms. This article is the reply for previously published article «Correction of the recording artifacts and detection of the functional deviations in ECG by means of syndrome decoding with an automatic burst error correction of the cyclic codes using periodograms for determination of code component spectral range. Part II: Old mathematics for the novel applied problems of cardiometry».

Keywords: psophometer, deviometer, ECG, signal filtration.

1. Введение

По классическому инженерному определению, психофотметрический шум представляет «шум прибора, измеренный при характеристике измерителя, близкой к чувствительности человеческого уха». В совокупности «психофотметрический шум это наведенные напряжения и помехи в линии». «В это понятие попал бы и естественный электромагнитный фон Земли, если бы не было соответствующих ограничений». «Поэтому психофотметрическое напряжение шума нормируется. Эти нормы зависят от уровня передаваемого сигнала и определяются допустимым соотношением между напряжением шума и напряжением полезного сигнала». В случае отсутствия нормирования, *sensu lato*, значение термина определяется диапазонами помех, не обязательно относимых к помехам передачи речевых сигналов. Ограничения этого экстраполянта связаны только с техническими возможностями измерения психофотметров как измерительных схем. Возможность их использования ограничена акустическим диапазоном частот. Поэтому любой канал передачи данных акустической (звуковой) частоты может, при известной адаптации техники фильтрации (в идеале – согласованной фильтрации) шума, по определению, быть психофотметрируемым. Для измерения шумов в каналах связи определяют психофотметрическое напряжение шума, причём последнее (на нагрузочном сопротивлении), по определению, равно половине психофотметрической электродвижущей силе шума. Обычно, если речь идёт не о тестовом сигнале, а о реальном сигнале с множеством спектральных или формантных компонент, психофотметрическое напряжение шума – «акустическое воздействие напряжений отдельных составляющих, зависящее от частоты»; то есть измерения должны, в большинстве случаев вестись в спектральном формате – в координатах «параметр/частота» или «параметр/длина волны». В роли параметра может выступать не только напряжение в канале по шуму/помехам или половина электродвижущей силы шума/помех, но и другие, производные по отношению к ним, параметры. Логично говорить о фазовой психофотметрии (в случае использования фазовой ординаты и частотной оси абсцисс), энергетической (или же мощностной) спектропсихофотметрии (в случае измерения PSD – Power Spectrum Density), либо магнитудной и амплитудной психофотметрии и спектропсихофотметрии, если речь идёт об анализе в

координатах магнитуды и амплитуды, соответственно. Измерение в канале, подверженном влиянию помех, оснащённом включенной с двух сторон согласованной нагрузкой, является характеристикой, вычисляемой через модуль волнового сопротивления канала. В каналах, в рамках существующих стандартов, анализируют и нормируют: полосы эффективных частот, амплитудные характеристики АЧХ, среднеквадратичное отклонение остаточного затухания, входное сопротивление (в идеале – спектр импеданса), асимметрия затухания или затухание с учетом асимметрии, помехозащищенность, межканальные интерференции/помехи (cross-talk-s), усредненное психофотметрическое напряжение, девиация частоты, относительное (либо абсолютное – при спектроскопии по многим частотам) групповое время запаздывания, фаза (относительно референсной)/девиация фазы /фазовое запаздывание/десинхронизация/декогеренция. При экстраполяции принципов психофотметрии на неречевые и неформантные, в общем случае, сигналы, можно полагать, физически бессмысленно измерять параметры на стандартных нормированных частотах (пример – 800 Гц) при стандартных сопротивлениях (не равных 600 Ом). Психофотметрический шум за рубежом называют C-message weighted noise по причине взвешенных, соотносимых характеристик измерения. Аналогично, фильтры для измерения шума (психофотметрические фильтры), устанавливаемые в приборах–психофотметрах, являются взвешивающими согласованными фильтрами (согласованными, по определению, с чувствительностью человеческого уха) и называются C-message filter (Невдяев, 2002). Этот, как правило, неэффективный способ согласования, привязан по нулькалибровочной кривой к мощности контрольного шума 1 пВт на 1 кГц (это не соответствует аудиологии как сложной «спектральной», по определению, дисциплине). Очевидно, что в случае психофотметрии *sensu lato* от таких условных ограничений следует отказаться.

История психофотметрии, начиная с 1930-х гг. (Harbottle, 1938), демонстрирует развитие в двух направлениях, что явилось причиной дискуссии, начатой 80 лет назад (Davis, Harbottle, 1938). При вариативности типов и принципов организации устройств, в которых измерялся шум (поскольку термины «circuit noise-meter» и «psophometer» были эквивалентны до 1950-х гг.), требование объективности измерений (то есть – согласования со всеми типами схем), в принципе, было невыполнимо, хотя и позиционировалось, что психофотметр – «objective noise-meter for the measurement of moderate and loud, steady and impulsive noises». По спектрам или АФЧХ проверить уровень объективности, особенно – за гранью человеческого акустического (слышимого) диапазона, в принципе, не представлялось возможным. Только достижения по имплементации различных типов шумовой спектроскопии, а в недавнем времени, особенно, фликкер-шумовой спектроскопии (Deescherevsky et al., 2003; Timashev and Vstovskii, 2003; Timashev, 2006; Timashev and Polyakov, 2008; Timashev et al., 2008, 2009), позволили весьма обоснованно говорить о спектральном согласовании с различными по причинам генерации, а также откликам на них физических систем, шумов. Сложнее – с т.н. помехами, условно, по факту искажения сигнала акустической передачи, относимыми к шумам, но, по физическим пререквизитам, ими не являющимися. Гармонические/нелинейные искажения и отличные по физике интермодуляционные искажения/интерференции, как правило, расцениваются как помехи и шумы, но работающий согласованно только по шумам анализатор воспринять, в принципе объективно, их не может, хотя они вносят вклад в суммарное психофотметрическое распределение (Kiss, Dán, 2007). Поскольку эти эффекты являются следствием совместного, не редуцируемого до одиночных компонент, действия множества физических объектов/тел на тракте передачи (Coccia et al., 2003), чтобы согласованно элиминировать их, необходимы многозвенные трансформаторы сигнала на тракте и интерлейсинговые методы элиминации. Поэтому, «чтобы не мучиться», со второй половины XX века применяют субъективные, а не объективные методы психофотметрического шумоподавления и интерпретации шума вообще как предмета психофотметрического анализа и процессинга сигнала (Wilms, 1970). Идеология фильтрации вторичных токов многокатушечными трансформаторами, с позиций аналитики отклика LCR, набирает силу с начала 2000-х гг. (Coccia et al., 2004), позволяя реализовать, в идеале, фильтрацию компонент, соответствующих по числу и номенклатуре номенклатуре и числу спектрально-сепарируемых катушек в LCR-цепях. Однако лимитирование развития и модернизации психофотметрической техники регулируется не физическими возможностями (в избытке представленными в виде имплементированных в железе устройств,

существующих на рынке), а задачами классической и регулируемой конвенционными стандартами системы психофотометрических измерений. Начиная с 1970-х гг измерения психофотометрических шумов (по напряжениям или в логарифмических единицах – децибелах) ведутся на аудиоустройствах и устройствах акустической частоты (Hertz, 1977), практически не выходя ни в инфразвуковой, ни в ультразвуковой диапазон, а также не подходя к степени точной формализации, которая существует, в частности, в технике обработки и анализа радиолокационных сигналов и СВЧ-измерений. Современные практики дефинирования психофотометрии и психофотометров (пример – в «Computer Science and Communications Dictionary» (Weik, 2001)) не способствуют подобной точной формализации и апеллированию к более развернутому математическому аппарату, в частности – к теории согласованной фильтрации. Поэтому, для дефинирования психофотометра как системы универсальной фильтрации целесообразно вернуться на стадию более слабого и не детерминирующего регулирования психофотометрических процедур, вернувшись в историю психофотометрии в начало 1970-х гг., когда большая часть существующих регламентов не была в силе. И так, если говорить о начале 1970-х гг., то крупнейшей проблемой было не различение частот в пользу адаптированного спектра под кривую чувствительности человеческого слуха, а разделение субъективных и объективных методов и критерием анализа зашумленности, в принципе, в начавших возникать стандартах психофотометрии. Весьма немалый резонанс в своё время вызвала полемическая, однако весьма физическая статья «Subjective or Psophometric Audio Noise Measurement: A Review of Standards» (Smith, 1970). Субъективная психофотометрия, в основе своей, базируется на оптимизации устройств и трактов трансляции сигнала к задачам телефонии* (Dudziwicz, 1977). Более объективным и человеконезависимым, однако в целом связанным с модуляционными проблемами кодирования сигнала и, следовательно, в целом не исчерпывающим направлением психофотометрии является телеграфическая психофотометрия на «аналоговых» линиях (Korol, 1973). Более гибким в потенциале направлением является, как и следовало ожидать, цифровая психофотометрия, позволяющая без привязки к «железу» иметь возможности анализа при любых типах модуляции и цифровой фильтрации сигнала, но при этом её возможности ограничены дискретизацией оцифровки сигнала и битрейтом записи в память ЭВМ (Cavaliere et al., 1981). Поэтому мы сосредоточимся на цифровой психофотометрии в электрокардиографии, где, в силу отсутствия высокочастотных (ВЧ) / сверхвысокочастотных (СВЧ) компонент достаточно использование низкочастотных (НЧ) АЦП (аналого-цифровых преобразователей) с достаточно посредственными характеристиками по частоте и битности. Отметим, что по регулярности сигнала это может быть более близко не к радиофизической/радиотехнической психофотометрии как психофотометрии случайных процессов, а к психофотометрии на трактах регистрации циклических или квазирегулярных процессов – например в двигателях и на пантографах локомотивов (Москалев, 2010; Chao, 1992).

Фотографии стандартных распространенных массовых моделей психофотометров общего назначения приводятся в Таблице 1. Технические характеристики одного из наиболее новых и прогрессивных приборов приводятся в Таблице 2.

Таблица 1. Стандартные модели психофотометров, использовавшихся в метрологии 80-х гг.



* См. также: Recommendation C. 0.41: 'Psophometer for use on telephone-type circuits'. – 1988. Recommendation, C. C. I. T. T. (1988). *International Telecommunication Union, Geneva.*

Псофометр ELEKTRONIKA EPS 86.

(Взвешенное и невзвешенное измерение шума; псофометрический фильтр для контроля линий передачи телефонной связи и вещания; Возможность взвешивания подключением внешнего фильтра; Режим работы измерительного усилителя; Возможность подключения регистратора уровня.



Псофометр 12 XN 085 (TESLA, Чехословакия)



Псофометр 12XN047



Псофометр GSM 2 (RFT)



Digital Psophometer Model 1072



HEWLETT PACKARD: Psophometer/Level Meter Model 3556A



STANDARD TELEPHONES AND CABLES LIMITED: Psophometer 74142

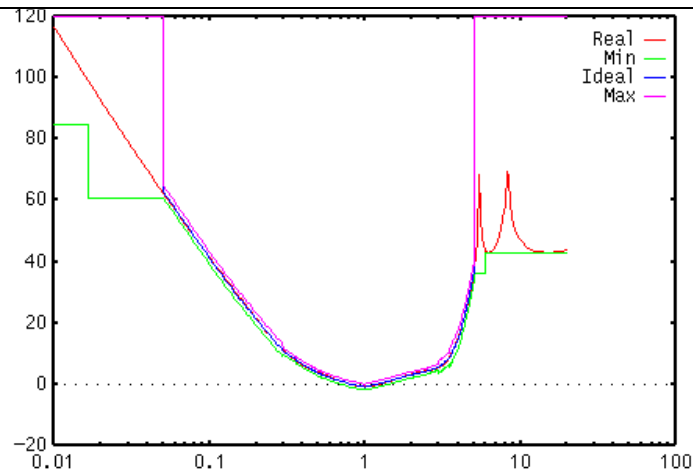


Псофометр Rohde & Shwarz UPCR 248.1915

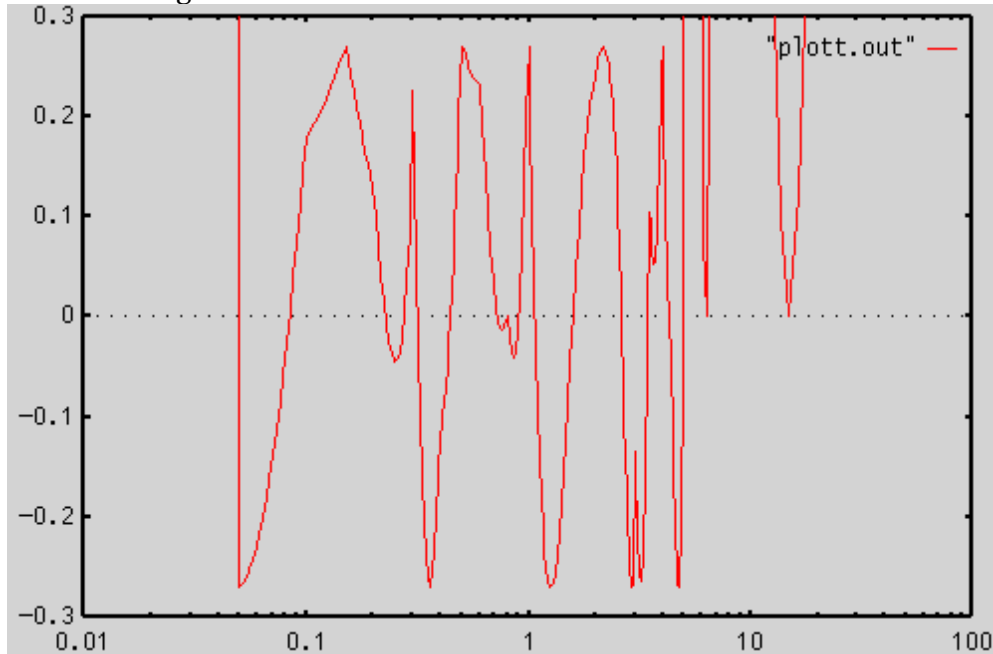
DEWESoft® Products Applications Support About us Careers Training EN

Psophometer plugin now available for Dewesoft software





The next image shows the normalized error curve



Psophometer Filter: Result of an attenuation approximation with many different weights
«Софтовые» псофометры типа плагинов DEWE

Таблица 2. Технические данные EPS 86

Параметры	Значения
Диапазон частот	от 15 Гц до 50 кГц
Диапазон напряжений (при предельном отклонении)	<ul style="list-style-type: none"> - при полном входном сопротивлении 600 Ом или 10 кОм ... от 30 мкВ до 10 В (от -90 дБ до +20 дБ) в 12-и дискретных поддиапазонах - при полном входном сопротивлении 10 кОм ... от 1 мВ до 300 В (от -60 дБ до +50 дБ) в 12-и дискретных поддиапазонах - наименьшее значение отсчитываемого напряжения ... ~3 мкВ (-110 дБ)
Калибровочная частота	1 кГц

Погрешности измерения	
Основная погрешность при эталонных условиях (согласно Публикации 359 МЭК) на пределе измерения 0 дБ, при отклонении до деления 0 дБ шкалы:	
-на входе 600 Ом при частоте 1 кГц после калибровки ... +- 0,1 дБ - температурная зависимость ... +-0,1 дБ/10 С	
Точность делителей, приведенная к положению 0 дБ переключателя делителей	в диапазоне от -80 дБ до +20 дБ ... +-0,1 дБ в положении -90 дБ ... +-0,3 дБ
Отклонение частотной характеристики	
-в режиме работы в диапазоне от 15 Гц до 30 кГц, приведенное к частоте 1 кГц ... не более + 0,2 дБ - в режиме работы в диапазоне от 30 Гц до 16 кГц ...согласно стандарту МККР 468-2 - в режиме работы ТЕЛ. (VOICE) в диапазоне от 16 2/3 до 6 кГц ... согласно публикации 53 МСЭ-Т - в режиме работы ВЕЩАН. (PROGR) в диапазоне частот от 15 Гц до 50 кГц ... не более + 0,5 дБ	
Выпрямители	
Детектор эффективных значений:	
Характеристика	характеристика квадратичной формы с линейной шкалой
погрешность измерения эффективных значений	+ 0,5 дБ
предел перевозбуждения детектора	14 дБ
время набежки магнитоэлектрического прибора	200 мс, согласно рек. МСЭ-Т, или 5 с
Детектор квазипиковых значений:	
Характеристика	Согласно стандарту МККР 468-2
время интегрирования для отклонения до 50 %	10 мс
время интегрирования для отклонения до 80 %	200 мс
предел перевозбуждения детектора	26 дБ
Входы	
Симметричный вход с полным входным сопротивлением	600 Ом + 2 % или 10 кОм
Несимметричный вход с полным входным сопротивлением	600 Ом + 2 % или 10 кОм или 100 кОм (при этом чувствительность ниже на +20 дБ)
Симметричность входа при 50 Гц (симметричность входа 600 Ом или 10 кОм)	не менее 126 дБ

Выходы	
Контрольный выход (для наушника) Уровень на выходе (отклонение стрелки прибора при сигнале 0 дБ)	
при измерении эффективных значений	0 дБ
при измерении квазипиковых значений	-10 дБ
Полное выходное сопротивление	0 Ом
Допустимое сопротивление нагрузки	не менее 300 Ом
Выход для регистратора	для соединения с регистратором 2 кОм ... от 0 до 1 мА
Общие данные	
Питание от сети	110, 127, 230 В, от +15 до -20% 50-60 Гц
Потребляемая мощность	5 ВА
Питание от внешней батареи	от +-20 В до +- 28 В
Климатические условия	
Номинальный рабочий диапазон температуры	5 до +45°C
Диапазон температуры транспортировки и хранения	-50 до +70°C
Габариты	440 x 272 x 133 мм

2. Материалы и методы

Для начала приведем краткие сведения о работе псофометров. Входное сопротивление прибора изменяется подключением резистора с сопротивлением 600 Ом. При применении входного устройства трансформированного типа обеспечивается получение симметричного входа. С помощью переключателей в состав прибора включается либо псофометрический фильтр для телефонного канала, либо для вещательного канала, либо эквивалентное звено. Это звено включается при измерении интегральных помех и имеет затухание, одинаковое с затуханием псофометрических фильтров на средних частотах. Схема детектора обеспечивает квадратичное детектирование. При подведении к псофометру гармонических напряжений с частотами 800 Гц или 1000 Гц показания псофометра соответствуют среднеквадратическому значению напряжения на входе прибора.

При измерении псофометрической ЭДС в канале оба его конца должны быть замкнуты на резисторы с сопротивлением, равным сопротивлению линии. Поскольку при измерениях псофометрического напряжения входное сопротивление псофометра должно быть 600 Ом – для согласования применяется т.н. переходной симметрирующий трансформатор. При этом псофометрическая ЭДС будет равна удвоенному значению псофометрического напряжения. В тех случаях, когда характеристическое сопротивление канала не равно 600 Ом, он замкнут на согласованное сопротивление, следует производить пересчет приведенного напряжения.

Напряжение шума измеряют с интервалом 1 мин. Показания отсчитываются за период 5 с. При измерениях фиксируют средний уровень помехи и не учитывают отдельные резкие отклонения стрелки панели псофометра. На основании полученных результатов измерений вычисляют мощности, соответствующие измеренным направлениям, и определяют среднее

арифметическое значение псофометрической мощности шума за 1 ч. Для удобства расчетов нормы для кабельных каналов ведется в единицах мощности для точки на выходе канала с нулевым относительным уровнем, однако же распространенные измерительные приборы позволяют оценивать шумы в единицах напряжения, а не в единицах мощности. Поэтому, в случае использования данных систем, перед измерениями задаваемая в единицах мощности норма шума пересчитывается в единицы напряжения.

Зачастую, вместе с псофометром, используется девиометр, включаемый перед ним. В таком случае отклонения, измеряемые им, имеют оптическую аналогию с колористическим методом, основанным на постфильтровом измерении отклонения спектрофотометрической температуры в миредах (обратных микроградусах). Псофометрические характеристики при этом могут быть выражены также в радиометрическом и рейтметрическом аспекте, как это было реализовано в рамках имплементации наших идей в области СОВАС (Орехов, Градов, 2014; Orekhov, Gradov, 2015, 2016a, b). Пример схемы с расположением девиометра в цепи псофометрических измерений показан на Рисушке 1. Пример расположения псофометра с ЭВМ в опосредованном вычислительной машиной измерительном комплексе показан на Рисушке 2.

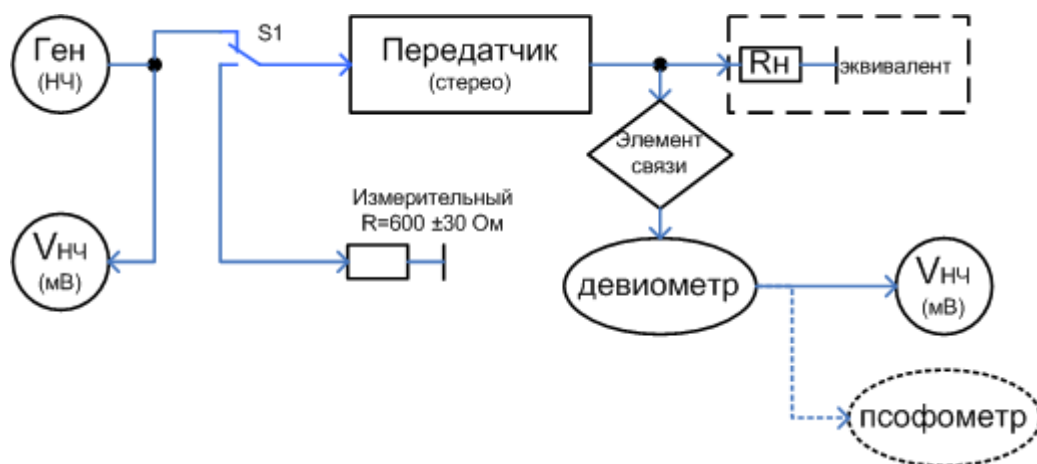


Рис. 1. Пример схемы с расположением девиометра в цепи псофометрических измерений (URL: <http://zv-1.narod.ru/text/izm/noise.htm>)



Рис. 2. Пример расположения псофометра в радиотехническом/радиолюбительском комплексе электроакустического оборудования (простейшем метрологическом стенде)

3. Результаты и обсуждение

Ниже в таблицах представлены компаративные результаты использования различных методов Ломбовского фингерпринтинга для определения компонент P-, Q-, R-, S-, T- кодов и частотных интервалов. В Таблице 1 сведены результаты Ломбовских измерений (спектры с фингерпринтингом, означенным численными значениями), полученные с использованием скоростного алгоритма без фильтрации сигнала. Последовательно представлены:

1. Ломбовский спектр как таковой (Normalized Power) со статистической нормировкой,
2. по амплитуде
3. спектральная плотность мощности по алгоритму SSA (sum square analysis)
4. по амплитуде
5. спектральная плотность мощности по алгоритму MSA (mean square analysis)
6. спектральная плотность мощности по «временному» алгоритму TISA (time integrated square analysis)
7. а также – для сопоставления – два типа обычных спектров в dB, которые обычно получают и используют для качественного анализа.

Можно видеть, что, в отличие от первых методов, обычные спектрограммы в dB – в относительных логарифмических единицах не позволяют опознать и расшифровать отдельные пики. В то же время уровень субъективной зашумленности, вследствие логарифмического характера графического построения, у них выше и даже расширение диапазона в высокие частоты, преднамеренно осуществленное для dB визуализаций, показывает низкую величину эвристической ценности данной визуализации.

Боле того, следует отдельно отметить, что, хотя из практики радиофизической и радиоэлектронной обработки сигналов, по аппроксимации периодограмм известно, что значения нормированной периодограммы Ломба имеют экспоненциальное распределение, показанные dB-графики не обладают строго экспоненциальным распределением. Как раз самую существенную низкочастотную часть, содержащую особенность рельефа, обусловленную кардиографическими компонентами, они не выделяют и даже приглушают по отношению к другим указанным методам, но она выдается рядом локальных экстремумов. Тем не менее, все виды аналитики и визуализации в Ломбовском режиме продемонстрировали один и тот же набор пиков, выданный в отдельную таблицу: 4.6{392}, 9.2{785}, 13.8{57}, 32.2{92}. Это говорит о высокой воспроизводимости и независимости предлагаемого метода от способа расчета.

Кроме того, можно обнаружить набор гармоник/сопряженных компонент, который также относится к сердечной деятельности. При этом в случае детектирования синхронно-сопряженных в сердечном ритме спектральных компонент принципиально не важно по какой – главной или боковой гармонике или компоненте осуществляется распознавание и кодирование; главное, что оно распознает физиологический режим, порождающий эту пульсацию. Нами были апробированы методы фингерпринтинга и кодирования над полем $GF(PQRST)$ по каждой из этих компонент и были получены результаты, не отличимый от остальных. Это, в свою очередь, также говорит о высокой надежности метода, так как даже при технологически-обусловленной потере той или иной компоненты, код является «помехозащищенным», корректирующимся и может сам исправлять ошибки за счет исходной информационной избыточности.

Вторым этапом проверки надежности предложенного подхода явилась апробация разных фильтров/окон и соответствующих методов, в особенности тех, что часто используются в медицинской практике. Конечным результатом должна была стать «дисквалификация» фильтров/окон и методов, не обеспечивающих достаточно правдоподобного распознавания вследствие удаления или метрологического искажения эвристически-ценных спектральных компонент. Нами апробировались следующие стандартные техники (приводятся в английском оригинале, так как в славянских языках прочтение некоторых из них имеет 3-5 вариантов):

- а. WELCH (Gupta et al., 2013; Rahi and Mehra, 2014; Goel et al., 2015; Mohidru et al., 2016; Barbe et al., 2010; Mitra, 2010; Xiaoming et al., 2011; Rahi, Mehra, 2014; Ferreira et al., 2015; Gismalla and Alsusa, 2011), что применимо в кардиофизике и электроэнцефалографии (Xu et al., 2016; Zhao, He, 2013);

b. BISQUARE (статистическая / регрессионная, по происхождению (Gross, 1977; Regeth, Stine, 1996) техника, применимая в анализе ряда нейрофизиологических функций и поведения (Regeth, Stine, 1996, 1998), однако мало распространенная, но имеющая школы поклонников в развивающихся странах Азии (Rakhmasanti et al., 2013; Pradewi, 2012; Putra, Nio, 2015; Dewi, 2014; Harman, 2014; Vebiriyana et al., 2015; Shara et al., 2013);

с. BARTLETT (известный с 1960-х гг. (Wonnacott et al., 1961) метод Бартлетта и бартлеттовской декомпозиции в спектральном оценивании (Ahmed et al., 2006; Ding, 2011) позволяющий анализировать спектральные распределения разных форм (Agarwal et al., 2013), как правило, базирующийся на окнах Бартлетта и их модификациях (Bhattacharya, 2013; Gautam et al., 1996);

d. TUKEY-HANN (гибридная функция, основанная на окнах Тьюки, с именем которого ассоциируется алгоритм быстрого преобразования Фурье – алгоритм Кули-Тьюки (Cooley, Tukey, 1965; Cooley et al., 1967) – наиболее простой и эффективный по времени алгоритм преобразования Фурье, математически развитый (Maslen et al., 2001; Voronenko, Puschel, 2009; Püschel, Rtteler, 2008), имеющий имплементации под разные компьютерные архитектуры (Norton, Silberger, 1987; Ranganadh et al., 2011; Ranganadh, rao Dhanavath, 2013), хорошо работающий в многомерном варианте (Mersereau, Speake, 1981; Auslander et al., 1996; Bernardini et al., 1993, 1994);

e. MAX ROLLOFF (от roll-off factor – «коэффициент скругления», т.е. максимальный коэффициент сглаживания фильтром Найквиста, фильтром с характеристикой типа «приподнятый косинус» (ФПК), т.н. «raised-cosine filter» с минимальными межсимвольными искажениями «intersymbol interference» (аббрев. как ISI) в рамках критерия «Nyquist ISI criterion»; взаимосвязь данных терминов можно понять при рассмотрении работ (Xu et al., 2007; Kawamura et al., 2006; Mukherjee et al., 2013; Yue et al., 2015; Singh et al., 2012; Harako et al., 2011; Feng, Yuan, 2011; Oguro et al., 2016; Kim, Kim, 1999);

f. KAISER-BESSEL (окно Кайзера-Бесселя применяется при спектральном анализе в реальном времени и на дискретных выборках (Ray, Dhar, 2014; Nuttall et al., 1996); хорошо подходит для работ с многомерными данными, в частности – изображениями (Lewitt, 1990), в частности – с 3D-изображениями, обычно восстанавливаемыми, с использованием преобразования Радона – томограмм (Nilchian et al., 2015; Schoonover et al., 2013; Lougovski et al., 2015); взвешивание по указанному критерию, т.е. окну, применяется при использовании фильтров верхних частот в ходе преобразовании Гильберта в некоторых случаях (Peacock, 1985);

g. VAN-DER-MAAS (оптимально для исследования импульсного отклика (Barcilon, Temes, 1972);

h. CHEBYSHEV (окна Чебышева (Hermanowicz, 1998; Gu et al., 2012; Ning et al., 2011), применяемые в модифицированном виде, называемые «Dolph–Chebyshev window» (Lynch, 1997; Kumar, Kuldeep, 2014; Yao et al., 2014; Jagadamba, Satyanarayana, 2000; Trivedi, Lever, 1970; Tian et al., 2014; Dvorkovich, Dvorkovich, 2015); чебышевские фильтры известны в радиотехнике, электрофизиологии, анализе полимеромной информации (Bankman, Gath, 1991; Gao et al., 2005; Cai et al., 2017);

i. GAUSSIAN (видимо, не требует пояснений (Janssen, 1991; Brown, Wentzell, 2000; Dessouky et al., 2007; Ray, Ray, 1995; Jin, Hao, 2011; Grunbaum, 1974; Wu et al., 2012; Devarshi, 2016);

j. BETA (имеется в виду параметр β окна Кайзера, который обеспечивает удобный непрерывный контроль над соотношением между уровнем «боковых лепестков» и «главным лепестком» по ширине, т.к. расширение «главного лепестка» уменьшает разрешение по частоте спектрального анализа. По определению, «*The parameter of the Kaiser window provides a convenient continuous control over the fundamental window trade-off between side-lobe level and main-lobe width. The Kaiser beta parameter can be interpreted as 1/4 of the "time-bandwidth product" of the window in radians (seconds times radians-per-second)*» (Arya, Jaiswal, 2015; Reddy, 2006);

к. TAPERED COSIN (тоже самое, что и окно Тьюки – Tukey window; применяется в теории и инженерии антенн, радиооптике (Mahony, 2009, 2010; Shirasaki, 1997; Tuan, Chou,

2011), биомедицинской томографии, в частности – оптической или терагерцовой (Hiro-Oka et al., 2008 a, b).

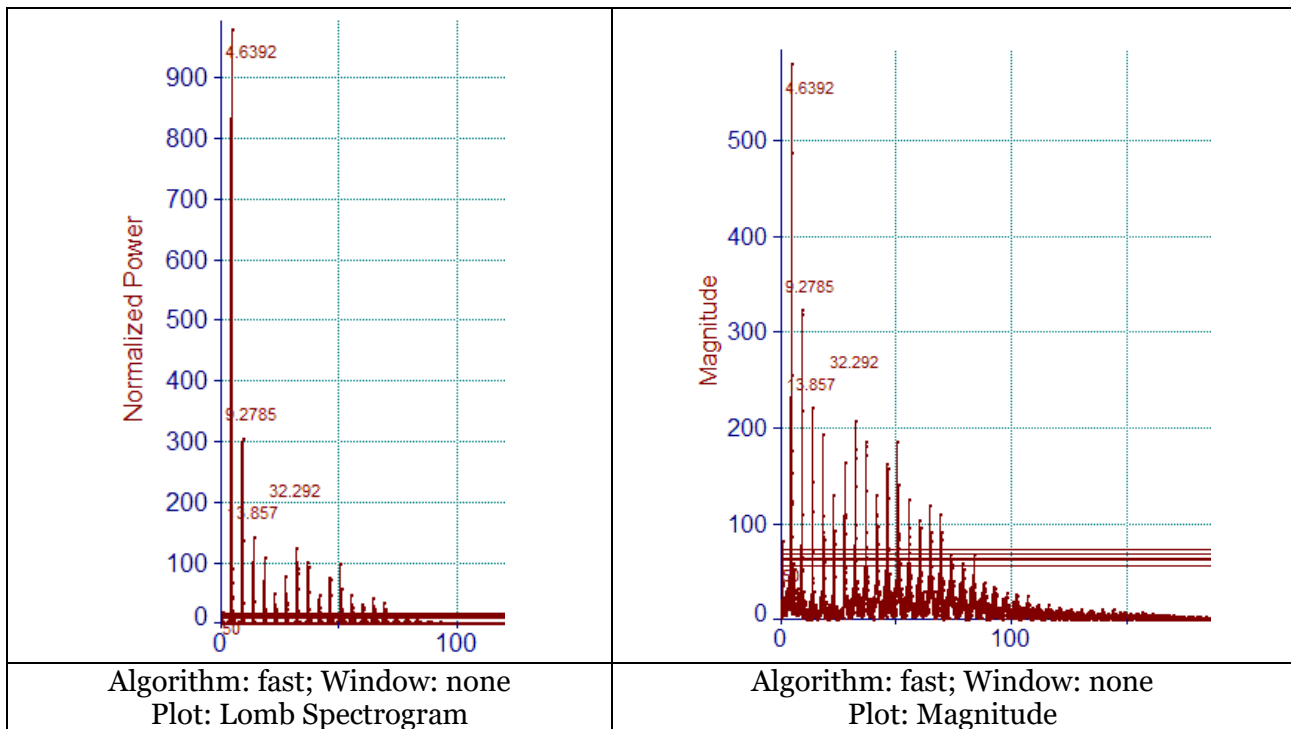
Во избежание дублирования информации таблиц в тексте читателю предлагается проанализировать численные значения самостоятельно. Можно только сказать, что часть фильтров сдвигала распознаваемые значения не только в n-ных знаках после запятой, но и перед запятой, в том числе – «делегируя» функцию носителей кода данного компонента над полем вторичным или чуждым ему гармоникам. Наименее оптимальными оказались beta и tapered cosin.

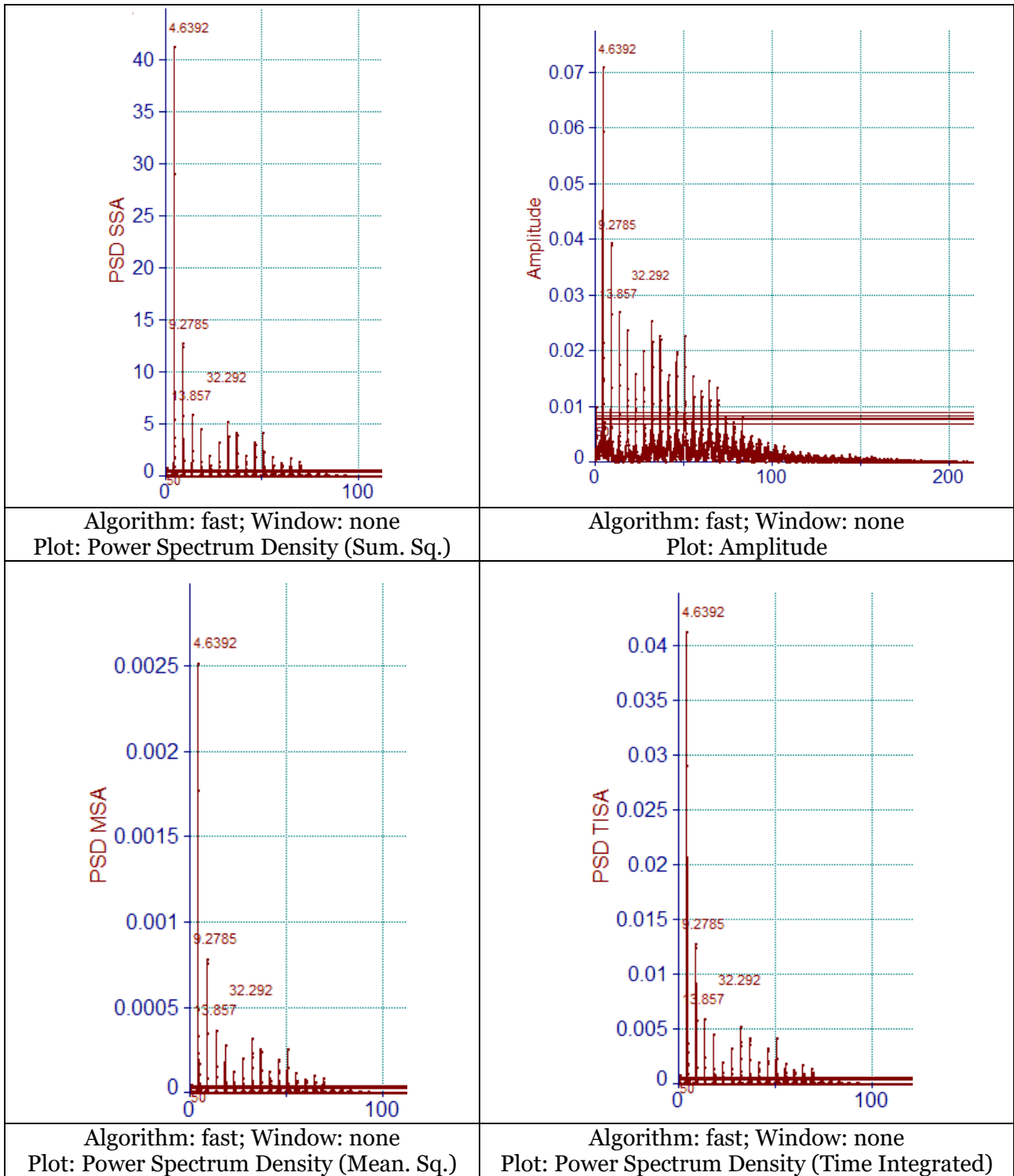
Другие фильтры дали согласованные друг с другом значения, сбавляя амплитуду и gate достоверного распознавания и одинаково отличаясь от нефильтрованного сигнала.

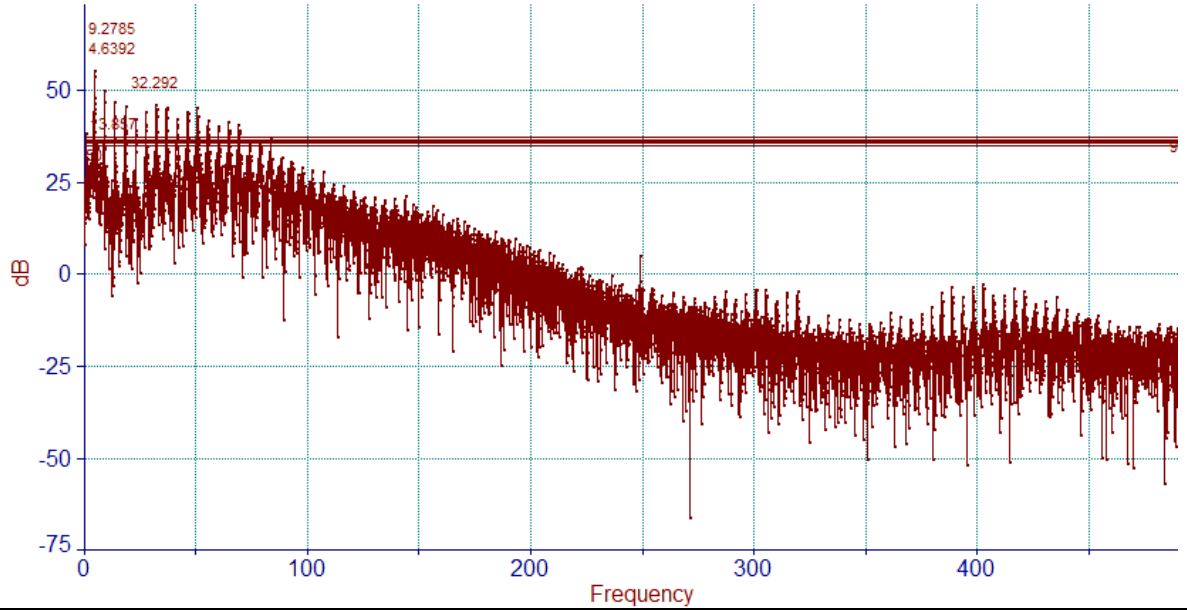
Таким образом, в случае использования фильтров не следует сопоставлять друг с другом данные, полученные на разных фильтрах и не рекомендуется использовать beta и tapered cosin. Следует подчеркнуть высокую устойчивость чистых ломбовских периодограмм ввода (для шаблонов и данных циклических кодов) к изменению пропусканию при фильтрации с использованием разных окон. В противовес этому чистая мощность, как показано во вспомогательно части таблицы 4, флуктуировала сильнее и поэтому не могла быть использована для полноценного морфологического анализа ЭКГ. Соответственно, системы Кайзера и Тьюки (фильтры beta и tapered cosin) не могли бы использоваться как морфологические фильтры для анализа ЭКГ или диагностические преобразователи формы сигнала в достаточно оптимальной форме.

Анализ магнитуды при разных фильтрах (Таблица 5) также показал высокую сходимость результатов при разных фильтрах, за исключением «дисквалифицированных». Исходя из идентичности результатов распознавания разными методами, приведенными в таблице 3, и разными фильтрами (естественно – за исключением амплитуды), что приведено в Таблице 4 и подтверждено в Таблице 5 было принято решение не вставлять в статью табличные данные по фильтрации и при использовании остальных методов, так как результаты оказались вполне предсказуемыми и сопоставимыми.

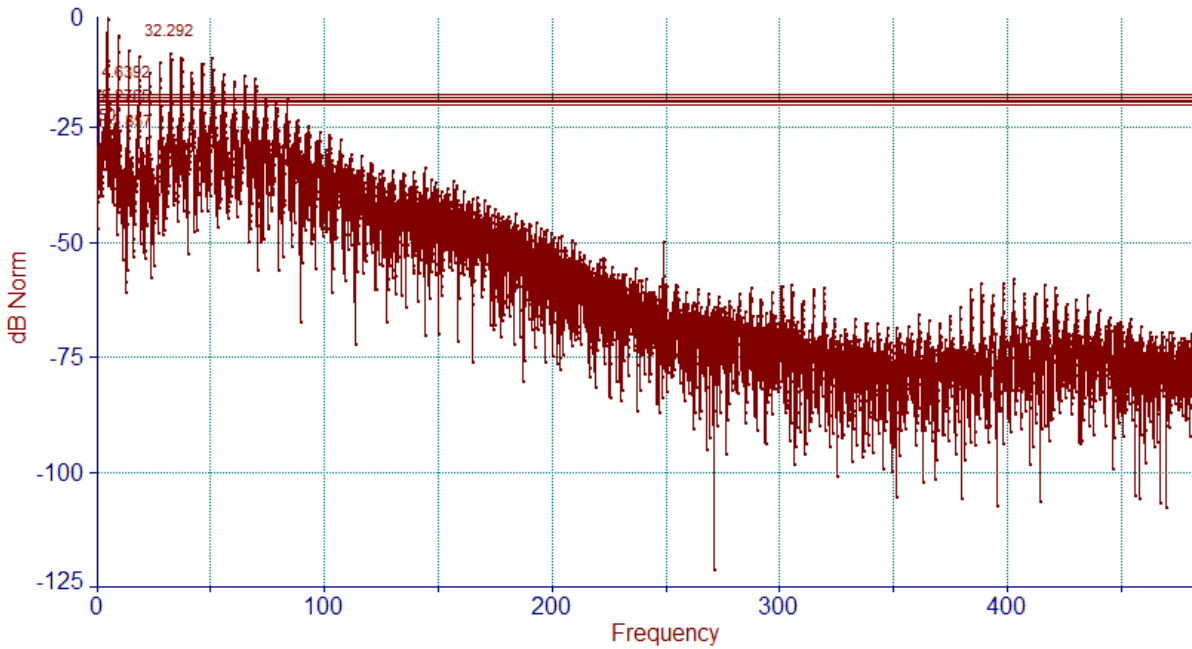
Таблица 3. Эффективность представлений периодограмм Ломба в анализе ЭКГ-данных





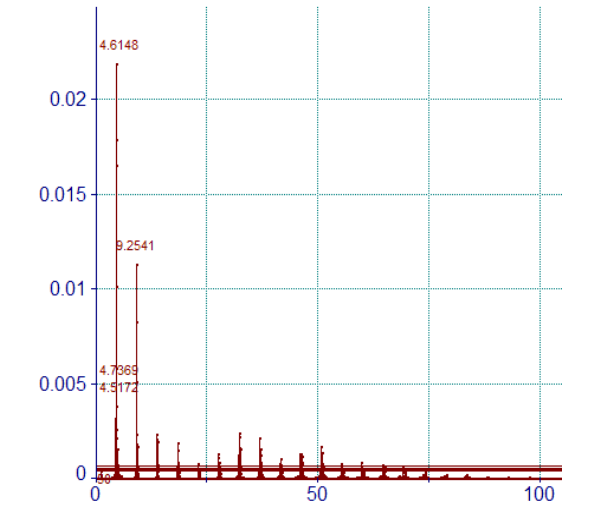
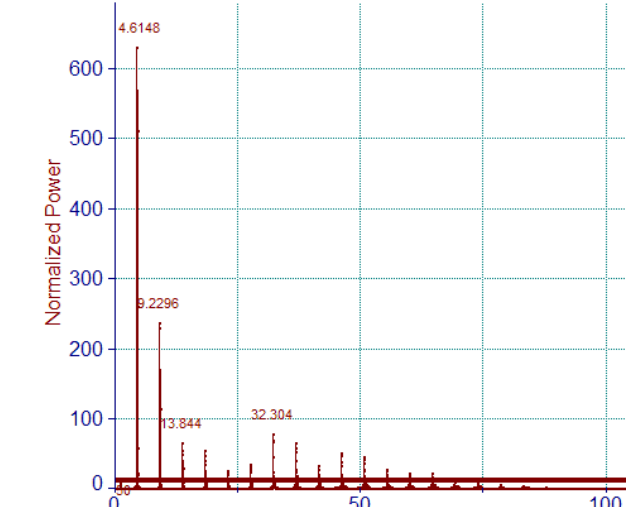
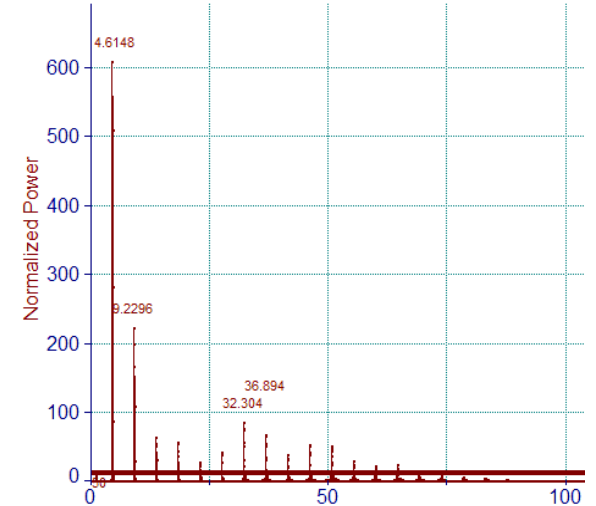
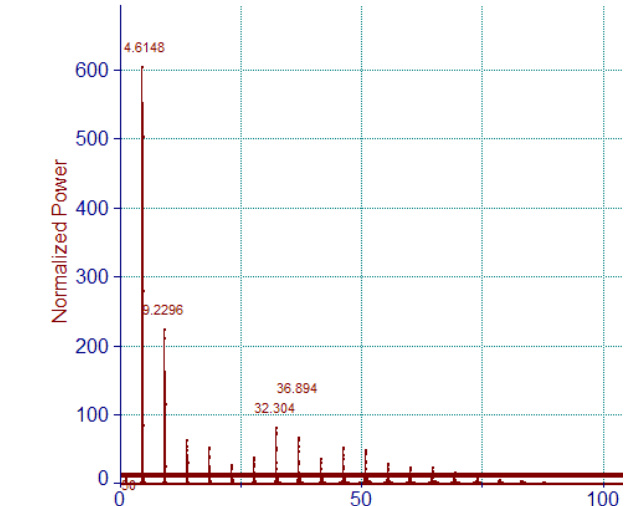
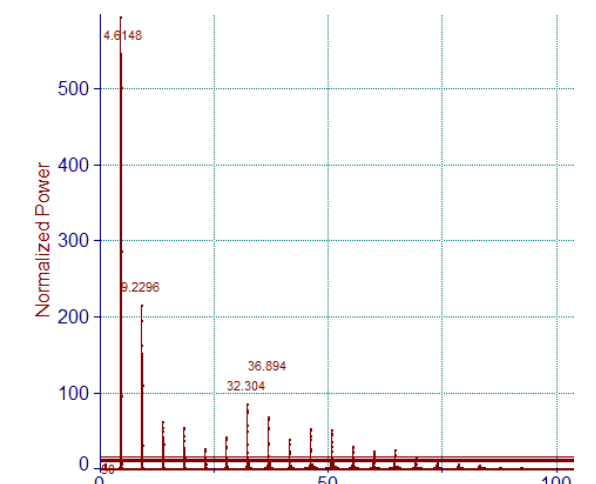
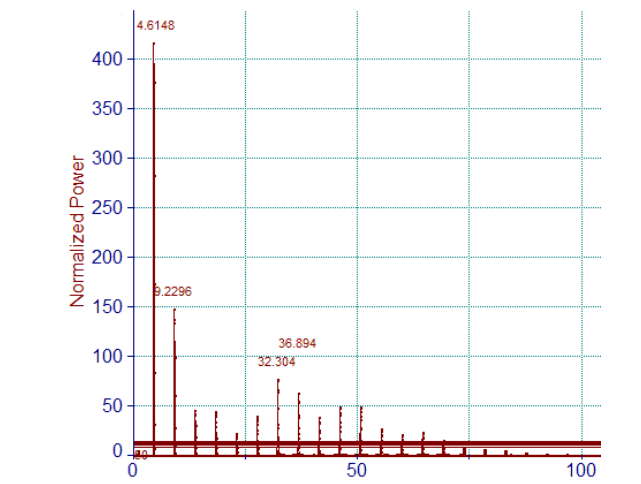


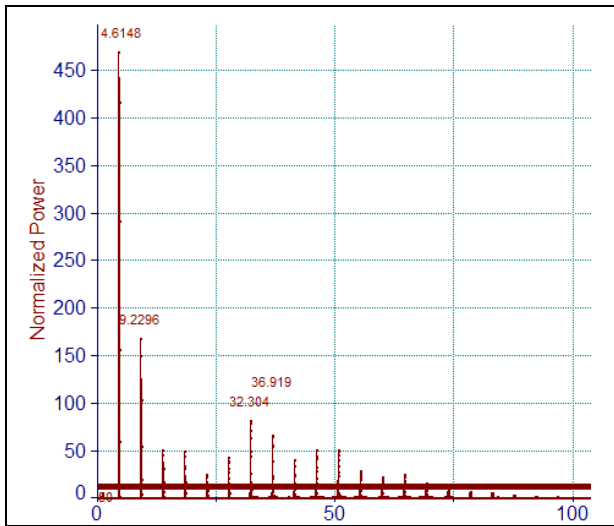
Algorithm: fast; Window: none; Plot: db



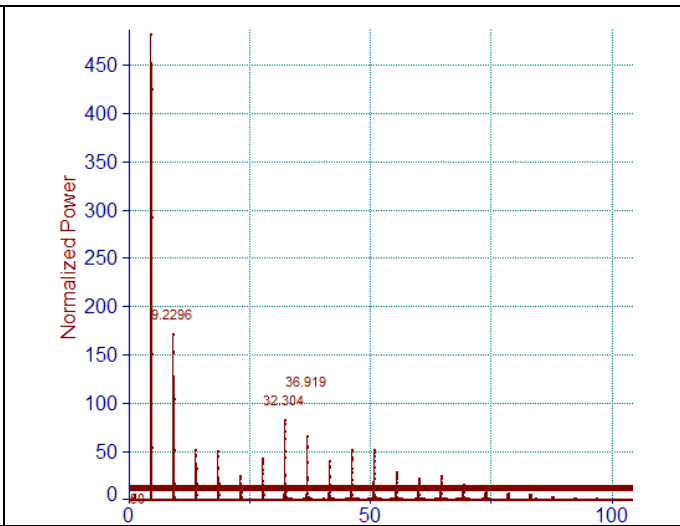
Algorithm: fast; Window: none; Plot: normalized db

Таблица 4. Воздействие режима обработки на качество сигнала при анализе мощности и нормализованной мощности (Normalized Power – Lomb Spectrogram; dB – Lomb Spectrogram)

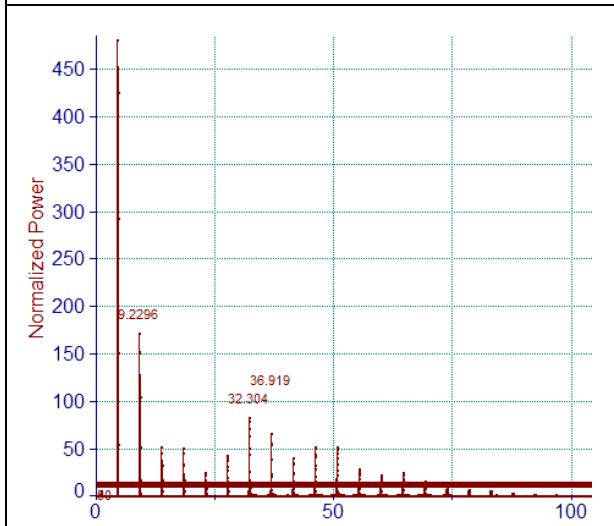
	
<p>Algorithm: fast; Window: none Plot: Normalized Power – Lomb Spectrogram</p>	<p>Algorithm: fast; Window: Welch Plot: Normalized Power</p>
	
<p>Algorithm: fast; Window: Bisquare Plot: Normalized Power</p>	<p>Algorithm: fast; Window: Bartlett Plot: Normalized Power</p>
	
<p>Algorithm: fast; Window: Tukey-Hann Plot: Normalized Power</p>	<p>Algorithm: fast; Window: max Rollof Plot: Normalized Power</p>



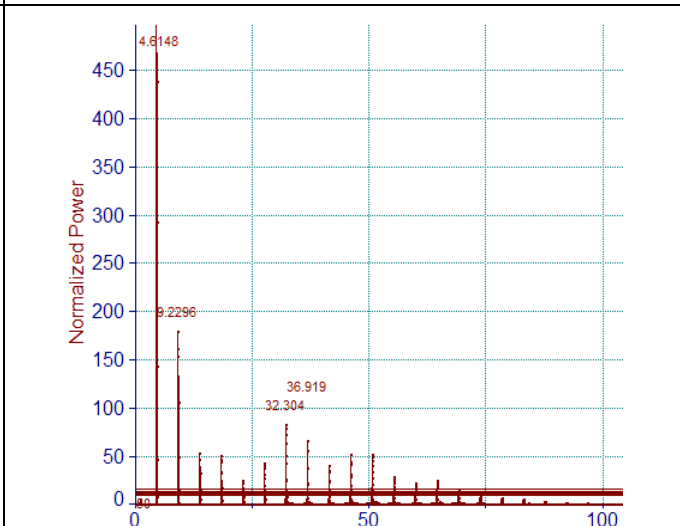
Algorithm: fast; Window: Kaiser-Bessel
Plot: Normalized Power



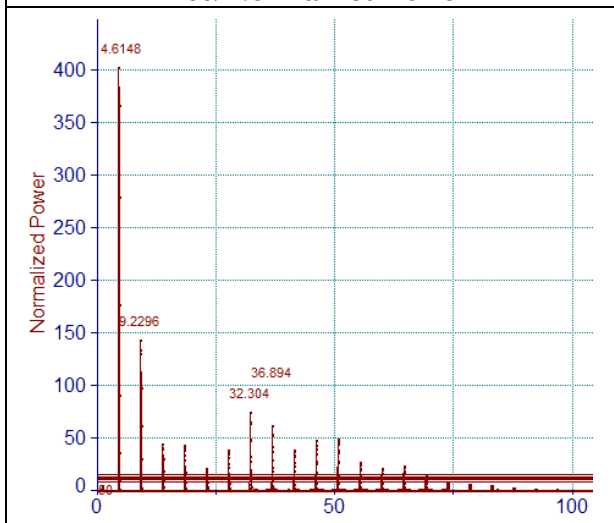
Algorithm: fast; Window: Van-der-Maas
Plot: Normalized Power



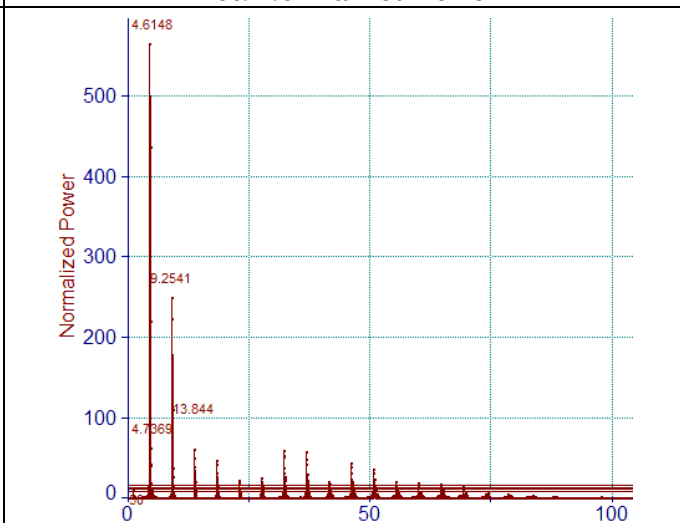
Algorithm: fast; Window: Chebyshev
Plot: Normalized Power



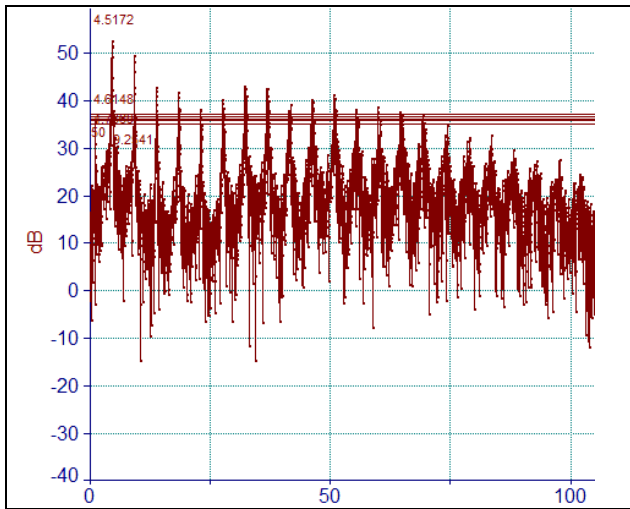
Algorithm: fast; Window: Gaussian
Plot: Normalized Power



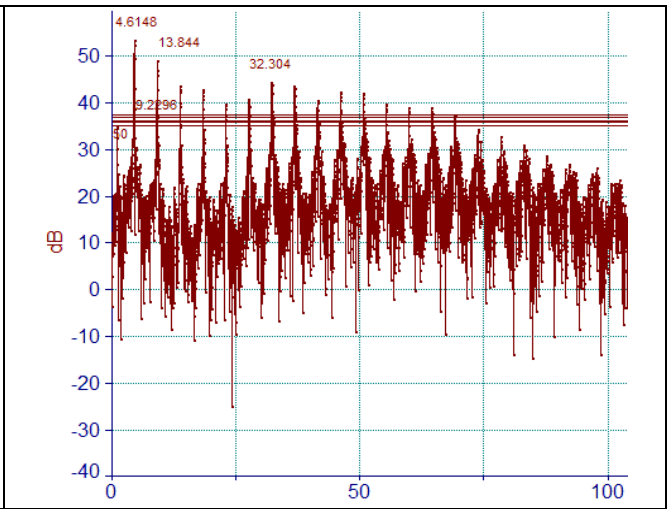
Algorithm: fast; Window: beta
Plot: Normalized Power



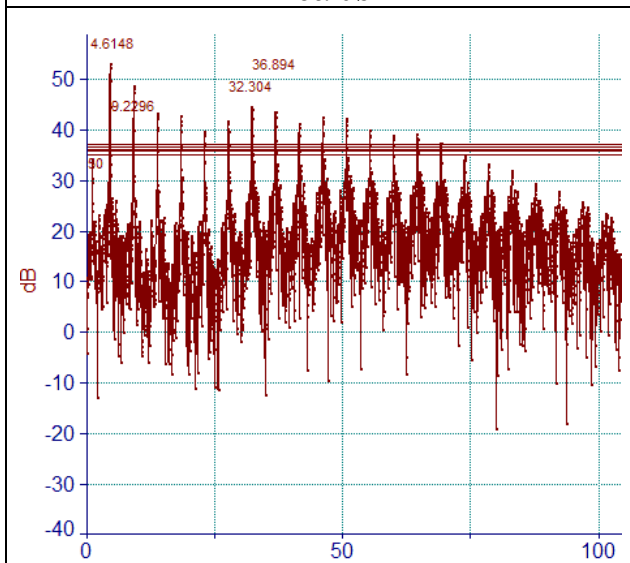
Algorithm: fast; Window: tapered cosin
Plot: Normalized Power



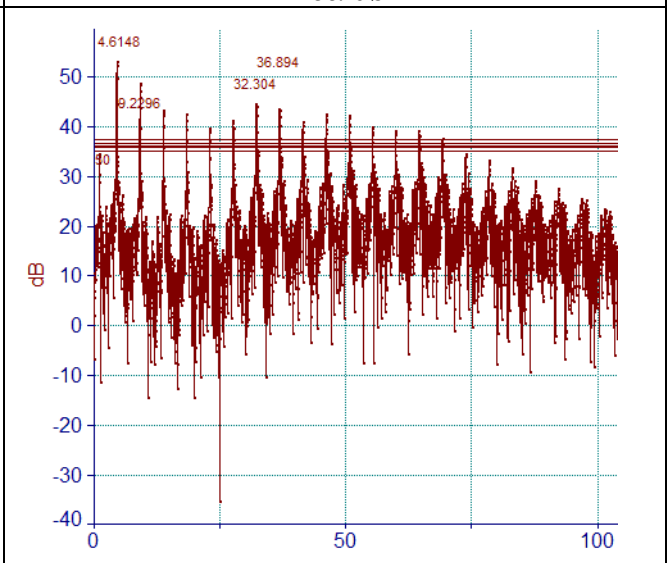
Algorithm: fast; Window: none
Plot: db



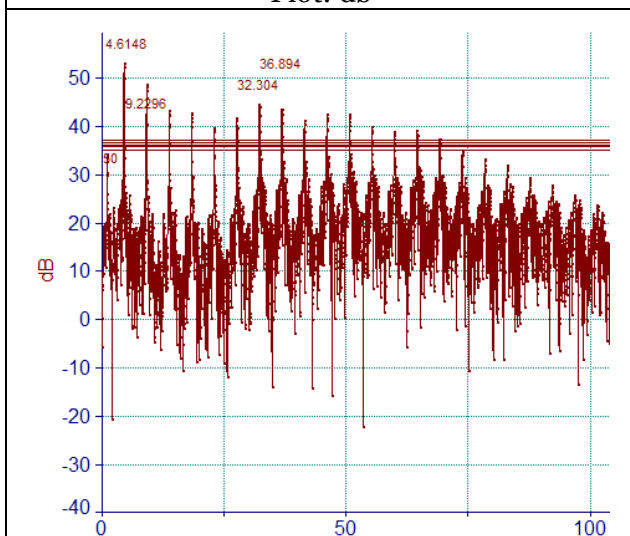
Algorithm: fast; Window: Welch
Plot: db



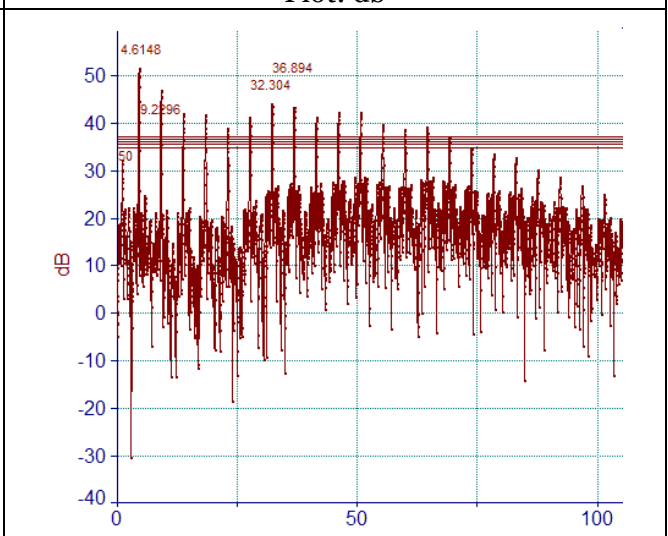
Algorithm: fast; Window: Bisquare
Plot: db



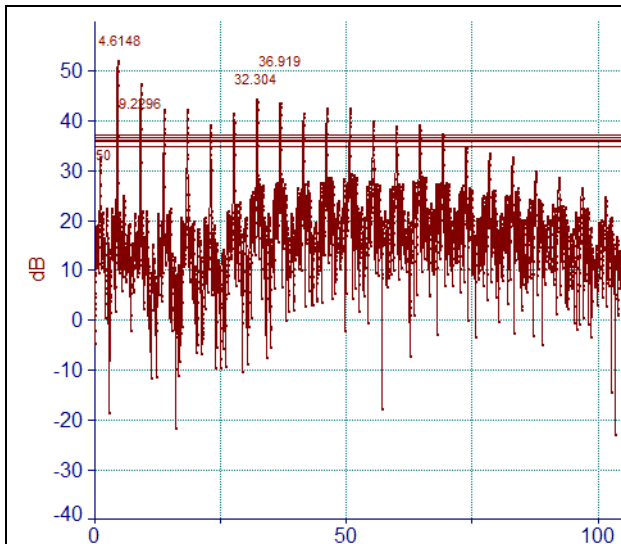
Algorithm: fast; Window: Bartlett
Plot: db



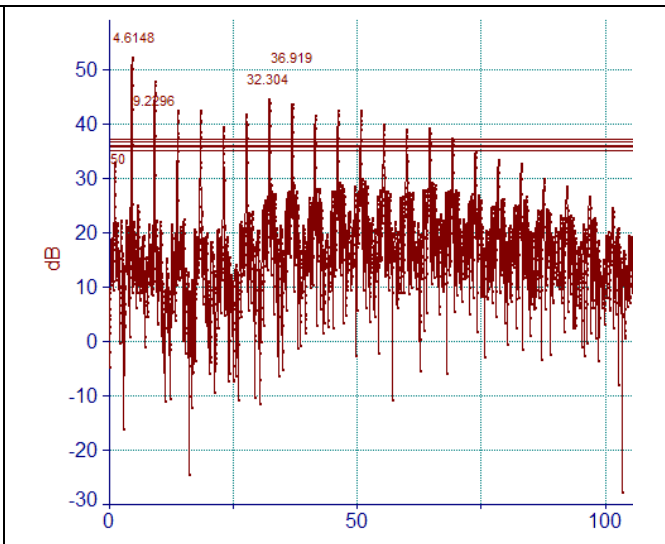
Algorithm: fast; Window: Tukey-Hann
Plot: db



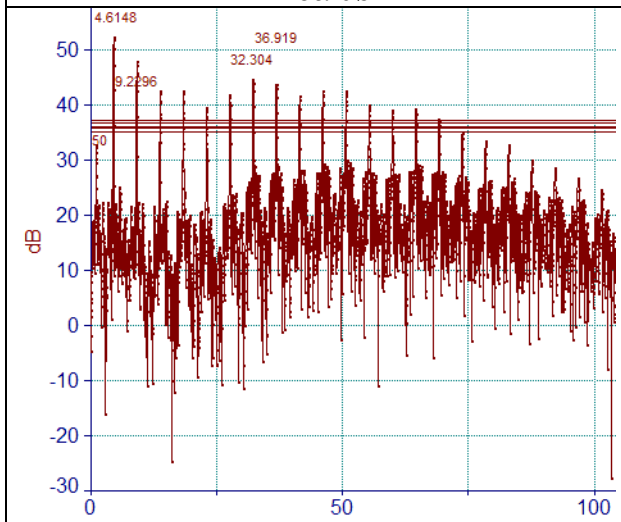
Algorithm: fast; Window: max Rollof
Plot: db



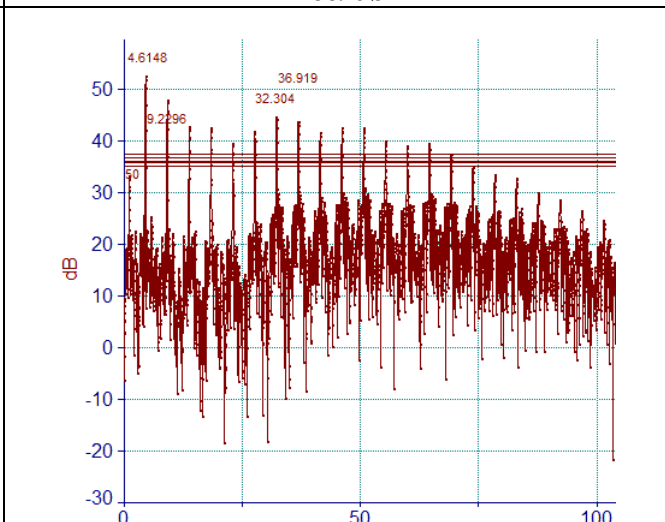
Algorithm: fast; Window: Kaiser-Bessel
Plot: db



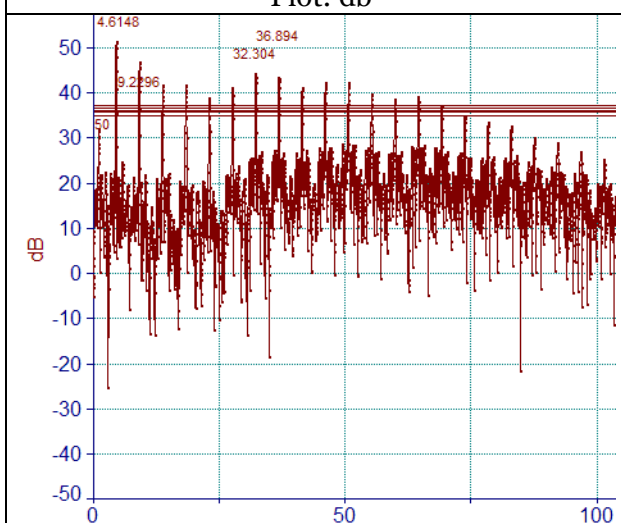
Algorithm: fast; Window: Van-der-Maas
Plot: db



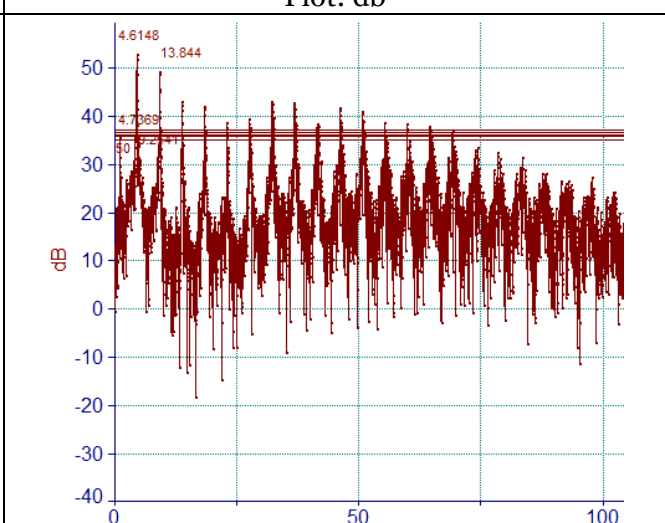
Algorithm: fast; Window: Chebyshev
Plot: db



Algorithm: fast; Window: Gaussian
Plot: db

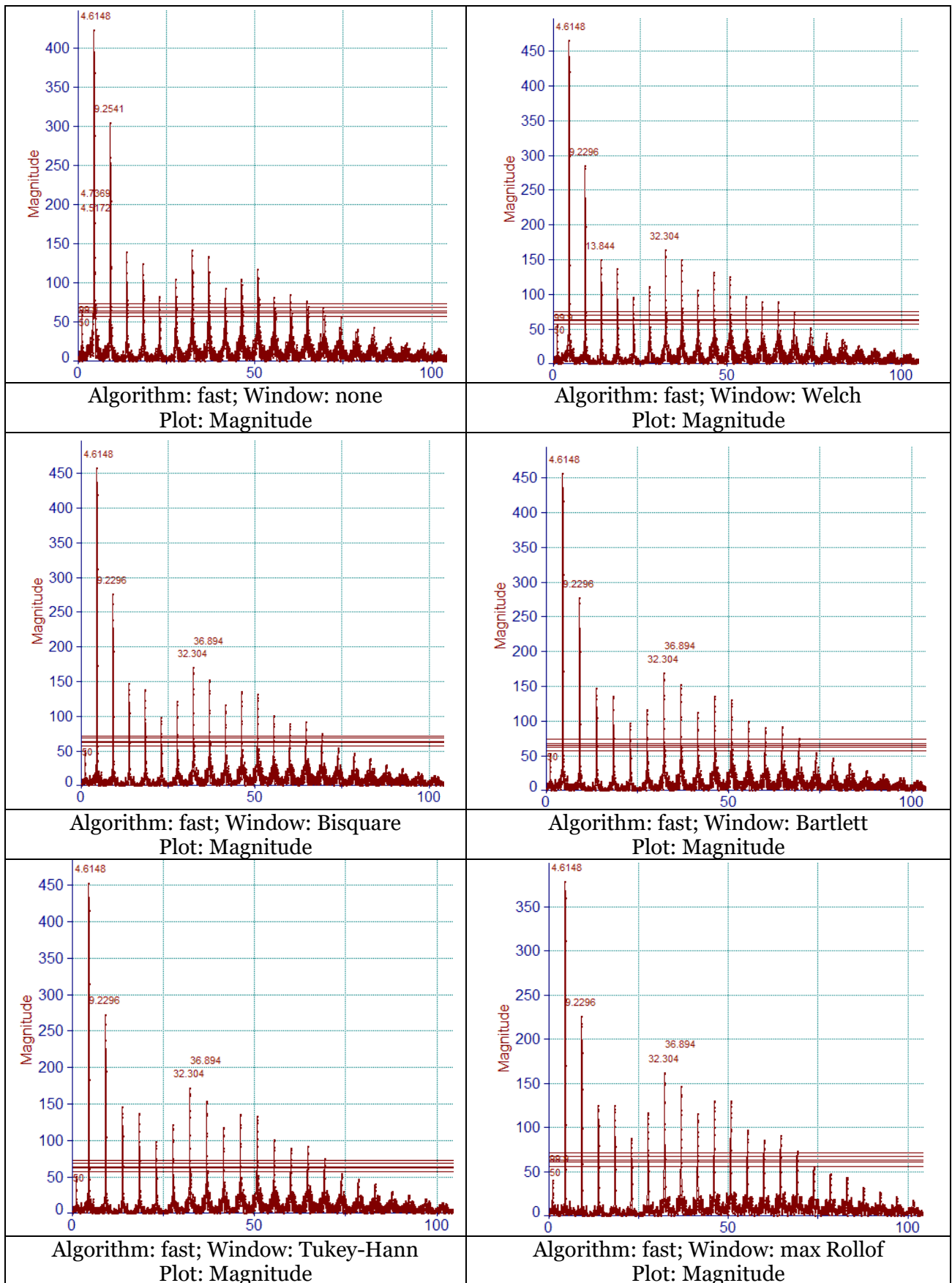


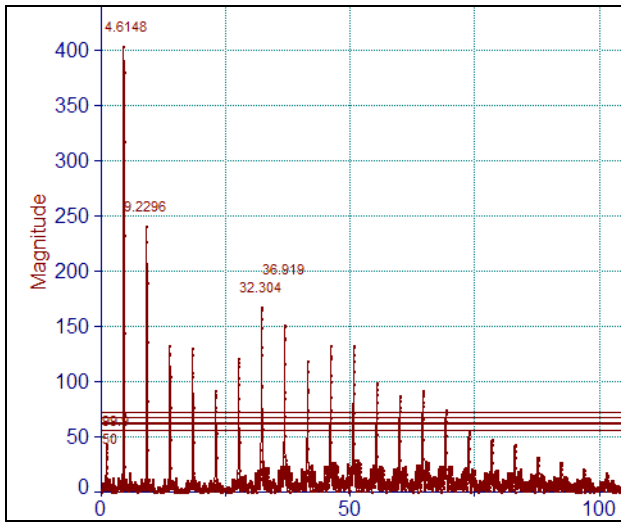
Algorithm: fast; Window: beta
Plot: db



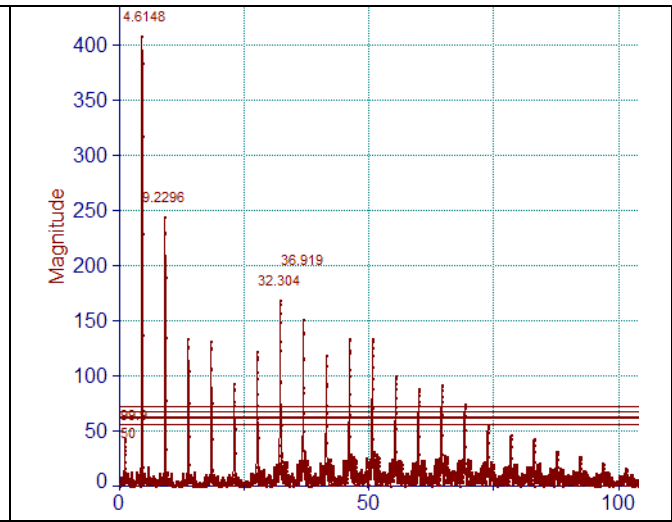
Algorithm: fast; Window: tapered cosin
Plot: db

Таблица 5. Вариабельность магнитуды в зависимости от режима обработки

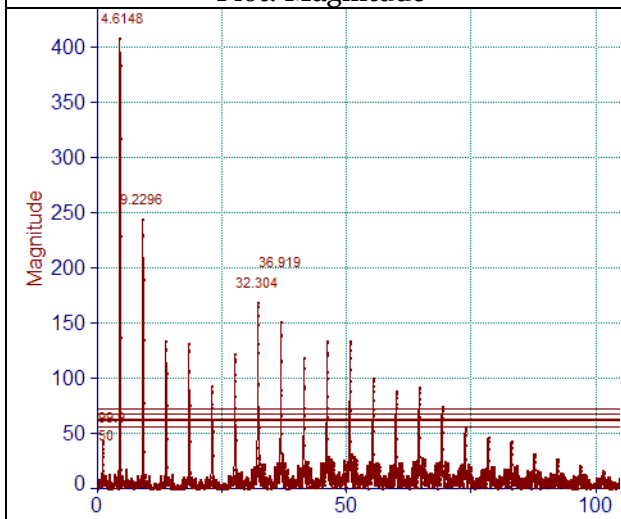




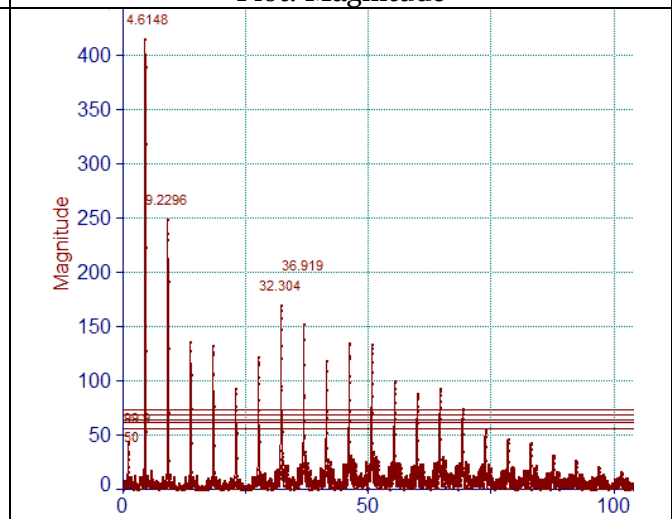
Algorithm: fast; Window: Kaiser-Bessel
Plot: Magnitude



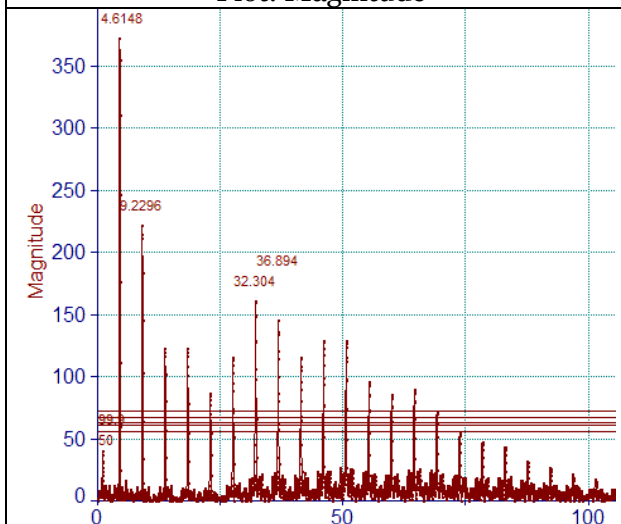
Algorithm: fast; Window: Van-der-Maas
Plot: Magnitude



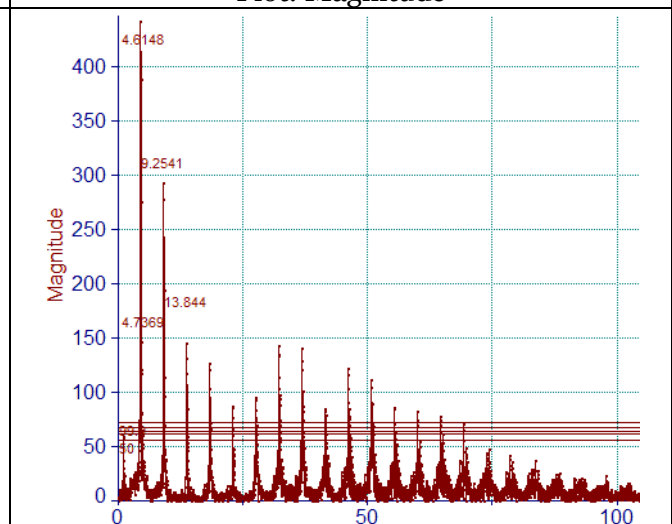
Algorithm: fast; Window: Chebyshev
Plot: Magnitude



Algorithm: fast; Window: Gaussian
Plot: Magnitude



Algorithm: fast; Window: beta
Plot: Magnitude



Algorithm: fast; Window: tapered cosin
Plot: Magnitude

4. Заключение

Предварительные данные по фильтрации и визуализации сигнала позволяют говорить о возможности использования «псофометрического» фильтрационного подхода в ЭКГ, но, с точки зрения оптимальности фильтрации, нужен подбор техник согласованной фильтрации непосредственно анализируемого ЭКС сигнала. Более того, только в таком случае становится возможным переход к индивидуализированной медицине, в том числе – телемедицине (при использовании телеметрических трансдюсеров ЭКС-сигнала). Автор подчёркивает, что его видение проблемы существенно отличается от подхода, означенного в статьях «Correction of the recording artifacts and detection of the functional deviations in ECG by means of syndrome decoding with an automatic burst error correction of the cyclic codes using periodograms for determination of code component spectral range» (Adamovich et al., 2015, 2016), завершение цикла которых было прервано по причине изменения взглядов первого автора на процессы обработки и предварительной фильтрации сигнала, частично означенные здесь.

References

- Adamovich et al., 2015 – Adamovich E.D., Aleksandrov P.L., Gradov O.V., Mamalyga, L.M., Mamalyga M.L. (2015). Correction of the recording artifacts and detection of the functional deviations in ECG by means of syndrome decoding with an automatic burst error correction of the cyclic codes using periodograms for determination of the code component spectral range. I. *Cardiometry*, 6: 65-76.
- Adamovich et al., 2016 – Adamovich E.D., Aleksandrov P.L., Gradov O.V., Mamalyga L.M., Mamalyga M.L. (2016). Correction of the recording artifacts and detection of the functional deviations in ECG by means of syndrome decoding with an automatic burst error correction of the cyclic codes using periodograms for determination of code component spectral range. II. *Cardiometry*, 8: 39-46.
- Agarwal et al., 2013 – Agarwal P., Singh S.P., Pandey V.K. (2013). Spectrum shaping analysis using tunable parameter of fractional based Bartlett window. *Advance Computing Conference (IACC), IEEE 3rd International. IEEE*, pp. 1625-1630.
- Ahmed et al., 2006 – Ahmed F.M., Elbarbary K.A., Elbardawiny A.R.H. (2006). A New Approach for Moving Target Detection using Bartlett Method for Spectral Estimation. *Wireless and Optical Communications*. Pp. 46-51.
- Arya, Jaiswal, 2015 – Arya R., Jaiswal S. (2015). Design of Low pass FIR Filters using Kaiser Window Function with variable parameter Beta (β). *Int. J. of Multidisciplinary and Current research*. Т. 3.
- Auslander et al., 1996 – Auslander L., Johnson J.R., Johnson R.W. (1996). Multidimensional Cooley–Tukey algorithms revisited. *Advances in Applied Mathematics*. Т. 17. №. 4. Pp. 477-519.
- Bankman, Gath, 1991 – Bankman I.N., Gath I. (1991). Chebyshev filter bank for estimation of frequency band powers in EEG. *Med Biol Eng Comput*. 29(1) :94-8.
- Barbe et al., 2010 – Barbe K., Pintelon R., Schoukens J. (2010). Welch method revisited: nonparametric power spectrum estimation via circular overlap. *IEEE Transactions on signal processing*. Т. 58. №. 2. Pp. 553-565.
- Barcilon, Temes, 1972 – Barcilon V., Temes G. (1972). Optimum impulse response and the Van Der Maas function. *IEEE transactions on Circuit Theory*. Т. 19. №. 4. Pp. 336-342.
- Bernardini et al., 1993 – Bernardini R., Cortelazzo G.M., Mian G.A. (1993). A general scrambling rule for multidimensional Cooley-Tukey FFT algorithms. *Acoustics, Speech, and Signal Processing. ICASSP-93., 1993 IEEE International Conference on. IEEE*. Т. 5. Pp. 185-188.
- Bernardini et al., 1994 – Bernardini R., Cortelazzo G.M., Mian G.A. (1994). A sequential multidimensional Cooley-Tukey algorithm. *IEEE transactions on signal processing*. Т. 42. №. 9. Pp. 2430-2438.
- Bhattacharya, 2013 – Bhattacharya A. (2013). A window function with modified co-efficients for FIR filter design with an improved frequency response and its comparison with the Bartlett-Hann window. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research*. Т. 2. №. 6. Pp: 1345-1352.

[Brown, Wentzell, 2000](#) – *Brown C.D., Wentzell P.D.* (2000). A modification to window target-testing factor analysis using a Gaussian window. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*. T. 51. №. 1. Pp. 3-7.

[Cai et al., 2017](#) – *Cai K. et al.* (2017). A framework combining window width-level adjustment and Gaussian filter-based multi-resolution for automatic whole heart segmentation. *Neurocomputing*. T. 220. Pp. 138-150.

[Cavaliere et al., 1981](#) – *Cavaliere S., Ortosecco I., Piccialli A., Fedullo V.* (1981). A digital IIR implementation for a psophometric weighting filter with 7 bit coefficients. *Alta Frequenza*, 50(4), 226-228.

[Chao, 1992](#) – *Chao Z.S.Q.C.* (1992). Analog Calculation of Psophometric Interference Current of Electric Locomotives. *Electric Drive for Locomotives*, 1: 002.

[Coccia et al., 2003](#) – *Coccia A., Del Pizzo A., Rizzo R.* (2003, November). Auxiliary winding of a multibody traction transformer for filtering psophometric currents produced by interlaced modulation of PWM rectifiers. *Power Electronics and Drive Systems, 2003. PEDS 2003. The Fifth International Conference on* (Vol. 1, pp. 665-670). IEEE.

[Coccia et al., 2004](#) – *Coccia A., Del Pizzo A., De Marco G., Porzio M.* (2004). Secondary currents filtering by means of a properly sized winding in a multicoil traction transformer for high power applications to limit Psophometric Currents. In *Power Electronics Specialists Conference, 2004. PESC 04. 2004 IEEE 35th Annual* (Vol. 3, pp. 1874-1880). IEEE.

[Coccia et al., 2004](#) – *Coccia A., Del Pizzo A., Rizzo R.* (2004). Design optimization of multicoil traction transformers to limit psophometric currents. *Industrial Electronics, 2004 IEEE International Symposium on* (Vol. 2, pp. 901-906). IEEE.

[Cooley et al., 1967](#) – *Cooley J.W., Lewis P.A.W., Welch P.D.* (1967). Historical notes on the fast Fourier transform. *Proceedings of the IEEE*. T. 55. №. 10. Pp. 1675-1677.

[Cooley, Tukey, 1965](#) – *Cooley J.W., Tukey J.W.* (1965). An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series. *Mathematics of computation*. T. 19. №. 90. Pp. 297-301.

[Davis, Harbottle, 1938](#) – *Davis A.H., Harbottle H.R.* (1938). The authors' replies to the discussion on "An objective noise-meter for the measurement of moderate and loud, steady and impulsive noises" and "The circuit noise-meter (psophometer) and its applications". *Journal of the Institution of Electrical Engineers*. 83(500): 282-288.

[Deescherevsky et al., 2003](#) – *Deescherevsky A.V., Lukk A.A., Sidorin A.Y., Vstovsky G.V., Timashev S.F.* (2003). Flicker-noise spectroscopy in earthquake prediction research. *Natural Hazards and Earth System Science*. 3(3/4), 159-164.

[Dessouky et al., 2007](#) – *Dessouky M.I., Sharshar H.A., Albagory Y.A.* (2007). Optimum normalized-Gaussian tapering window for side lobe reduction in uniform concentric circular arrays. *Progress in Electromagnetics Research*. T. 69. Pp. 35-46.

[Devarshi, 2016](#) – *Devarshi S.* (2016). Image Enhancement Using Local Window Histogram Equalization Using Gaussian Filter. *Image*. T. 3. № 8.

[Dewi, 2014](#) – *Dewi S.R.* (2014). Pemodelan metode geographically weighted ordinaly logistic regression dengan fungsi pembobot adaptive gaussian kernel, adaptive bisquare kernel, dan adaptive tricube kernel. *Jurnal Mahasiswa Statistik*. T. 2. № 6. Pp. 429-432.

[Ding, 2011](#) – *Qi Ding, Weixia Zou, Zheng Zhou, Bin Li and Yabin Ye* (2011). A blind spectrum-sensing method based on Bartlett decomposition. 2011 6th International ICST Conference on Communications and Networking in China (CHINACOM), Harbin, pp. 639-644.

[Dudziewicz, 1977](#) – *Dudziewicz J.* (1977). New proposals for assessment of psophometric noise power in a telephone circuit. *Telecommunication Journal*, 44(4), 193-203.

[Dvorkovich, Dvorkovich, 2015](#) – *Dvorkovich V.P., Dvorkovich A.V.* (2015). New methods for calculation of Dolph-Chebyshev and Barsilon-Temes window functions and their modifications. *Journal of Communications Technology and Electronics*. T. 60. №. 4. Pp. 345-361.

[Feng, Yuan, 2011](#) – *Feng X., Yuan H.* (2011). The effect of roll-off factor on modulation classifier. *Electric Information and Control Engineering (ICEICE), 2011 International Conference on. IEEE*, pp. 2752-2753.

[Ferreira et al, 2015](#) – *Ferreira J.G., Sobczyk T.J., Warzecha A.* (2015). Multicriteria diagnosis of synchronous machine using the welch method. *Czasopismo Techniczne, 2015 (Elektrotechnika Zeszyt 1-E (8))*: 343-352.

- Gao et al., 2005 – Gao Y, Shao S, Xiao X, Ding Y, Huang Y, Huang Z, Chou K.C. (2005). Using pseudo amino acid composition to predict protein subcellular location: approached with Lyapunov index, Bessel function, and Chebyshev filter. *Amino Acids*. Jun; 28(4): 373-6.
- Gautam et al., 1996 – Gautam J.K., Kumar A., Saxena R. (1996). On the modified Bartlett-Hanning window (family). *IEEE Transactions on Signal Processing*. T. 44. No. 8. Pp. 2098-2102.
- Gismalla, Alsusa, 2011 – Gismalla E.H., Alsusa E. (2011). On the detection of unknown signals using Welch overlapped segmented averaging method. *Vehicular Technology Conference (VTC Fall), 2011 IEEE. IEEE*, pp. 1-5.
- Goel et al., 2015 – Goel S., Kaur G., Tomar P. (2015). Performance analysis of Welch and Blackman Nuttall window for noise reduction of ECG. *Signal Processing, Computing and Control (ISPC), 2015 International Conference on. IEEE*, pp. 87-91.
- Gross, 1977 – Gross A.M. (1977). Confidence intervals for bisquare regression estimates. *Journal of the American Statistical Association*. T. 72. No 358. Pp. 341-354.
- Grunbaum, 1974 – Grunbaum F.A. (1974). Looking at a Gaussian process through a window. *Journal of Multivariate Analysis*. T. 4. No. 4. Pp. 401-408.
- Gu et al., 2012 – Gu C., Zhao J., Xu W., Sun D. (2012). Design of linear-phase notch filters based on the OMP scheme and the chebyshev window. *IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs*, 59(9), 592-596.
- Gupta et al., 2013 – Gupta H.R., Mehra R., Batan S. (2013). Power spectrum estimation using Welch method for various window techniques. *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology*. T. 2. No. 6. Pp. 389-392.
- Harako et al., 2011 – Harako K., Suzuki D., Hirooka T., Nakazawa M. (2016). Roll-off factor dependence of Nyquist pulse transmission. *Optics Express*, 24(19), 21986-21994.
- Harbottle, 1938 – Harbottle H.R. (1938). The circuit noise-meter (psophometer) and its applications. *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, 83(500): 261-274.
- Harman, 2014 – Harman A. (2014). Perbandingan pembobot tukey bisquare dan pembobot fair dalam regresi robust-M. *Jurnal Mahasiswa Statistik*. T. 2. No. 4. Pp. 253-256.
- Hermanowicz, 1998 – Hermanowicz E. (1998). A nearly optimal variable fractional delay filter with extracted Chebyshev window. *Electronics, Circuits and Systems, 1998 IEEE International Conference on. IEEE*, T. 2. Pp. 401-404.
- Hertz, 1977 – Hertz B.F. (1977). Psophometric Noise Measurement on Audio Equipment. *Audio Engineering Society Convention 56*. Audio Engineering Society.
- Hiro-Oka et al., 2008a – Hiro-Oka H. et al. (2008). Use of cosine tapered window to improve dynamic range of OCT without loss of resolution. *Biomedical Optics (BiOS) 2008*. International Society for Optics and Photonics, Pp. 68472C-68472C-7.
- Hiro-Oka et al., 2008b – Hiro-Oka H. et al. (2008). Use of cosine tapered window to improve dynamic range of OCT without loss of resolution [6847-83]. *PROCEEDINGS-SPIE THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING*. International Society for Optical Engineering; 1999, 2008. T. 6847. P. 6847.
- Jagadamba, Satyanarayana, 2000 – Jagadamba P., Satyanarayana P. (2000). The effect of window parameter (α) in Dolph-chebyshev window on the processing of atmospheric signals. *International Journal of Engineering research and Applications (IJERA)*, ISSN. Pp. 2248-9622.
- Janssen, 1991 – Janssen A.J.E.M. (1991). Optimality property of the Gaussian window spectrogram. *IEEE transactions on signal processing*. T. 39. No. 1. Pp. 202-204.
- Jin, Hao, 2011 – Jin Y., Hao Z. (2011). An improved flowchart for gabor order tracking with gaussian window as the analysis window. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*. T. 2011. P. 6.
- Kawamura et al., 2006 – Kawamura T., Kishiyama Y., Higuchi K., Sawahashi M. (2006, September). Investigations on optimum roll-off factor for DFT-spread OFDM based SC-FDMA radio access in evolved UTRA uplink. *Wireless Communication Systems*. ISWCS'06. 3rd International Symposium on (pp. 383-387). IEEE.
- Kim, Kim, 1999 – Kim D.H., Kim S.W. (1999). Optimum Roll-Off Factor and Channel Allocation in Spectrally Overlaid Multiband CDMA System. *CDMA International Conference & Exhibition*. Pp. 31-35.
- Kiss, Dán, 2007 – Kiss P., Dán A. (2007). Novel method for modelling and calculating the harmonic effect and psophometric disturbance of high power electric traction. *Electromagnetic*

Compatibility and Electromagnetic Ecology, 2007 7th International Symposium on (pp. 48-51). IEEE.

[Korol, 1973](#) – Korol V. (1973). Effective psophometric voltage when transmitting text by direct telegraphy. *Telecommunications and Radio Engineering*. 27(4): 22-24.

[Kumar, Kuldeep, 2014](#) – Kumar A., Kuldeep B. (2014). Design of cosine modulated pseudo QMF bank using modified Dolph-Chebyshev window. *International Journal of Signal and Imaging Systems Engineering*. T. 7. №. 2. Pp. 126-133.

[Lewitt, 1990](#) – Lewitt R.M. (1990). Multidimensional digital image representations using generalized Kaiser–Bessel window functions. *JOSA A*. T. 7. №. 10. Pp. 1834-1846.

[Lougovski et al., 2015](#) – Lougovski A., Hofheinz F., Maus J., Schramm G., van den Hoff J. (2015). On the relation between Kaiser–Bessel blob and tube of response based modelling of the system matrix in iterative PET image reconstruction. *Physics in medicine and biology*. 60(10): 4209.

[Lynch, 1997](#) – Lynch P. (1997). The Dolph–Chebyshev window: A simple optimal filter. *Monthly weather review*. T. 125. №. 4. Pp. 655-660.

[Mahony, 2009](#) – Mahony J.D. (2009). The Tapered Cosine Distribution on a Circular Aperture. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*. T. 51. №. 5.

[Mahony, 2010](#) – Mahony J.D. (2010). An Approximate Expression for the Directivity of a Tapered-Cosine Distribution on a Circular Aperture. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*. T. 52. №. 2. Pp. 126-128.

[Maslen et al., 2001](#) – Maslen D.K., Rockmore D.N. (2001). The Cooley-Tukey FFT and group theory. *Notices of the AMS*. T. 48. №. 10. Pp. 1151-1160.

[Mersereau, Speake, 1981](#) – Mersereau R., Speake T. (1981). A unified treatment of Cooley-Tukey algorithms for the evaluation of the multidimensional DFT. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing*. T. 29. №. 5. Pp. 1011-1018.

[Mitra, 2010](#) – Mitra S., Date P. (2010). Regime switching volatility calibration by the Baum–Welch method. *Journal of computational and applied mathematics*. T. 234. №. 12. Pp. 3243-3260.

[Mohidru et al., 2016](#) – Mohidru P., Khanna R., Bhatia S.S. (2016). Spectral Analysis of Generalized Triangular and Welch Window Functions using Fractional Fourier Transform. *Automatika*. T. 57. №. 1. Pp. 221-229.

[Moskalev, 2010](#) – Moskalev B.A. (2010). Analiz kriteriya "psofometricheskii tok" [Analysis of the criterion "psophometric current"]. *Vestnik Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo i proektno-konstruktorskogo instituta elektrovostroyeniya*, (2): 136-147. [in Russian]

[Mukherjee et al., 2013](#) – Mukherjee B., Samariya A.L., Tiwari S. (2013). Improvement in Roll off factor of Low Pass Filter placed on an EBG substrate. *Frequenz*. T. 67. №. 3-4. Pp. 73-78.

[Nilchian et al., 2015](#) – Nilchian M., Ward J.P., Vonesch C., Unser M. (2015). Optimized Kaiser–Bessel Window Functions for Computed Tomography. *IEEE Transactions on Image Processing*, 24(11): 3826-3833.

[Ning et al., 2011](#) – Ning L., Yongliang X., Shaoguang X. (2011). Cycle slip detection and correction for single-frequency gps data based on sliding window of chebyshev polynomial fitting of robust estimation. *Journal of Geodesy and Geodynamics*. T. 2. P. 021.

[Norton, Silberger, 1987](#) – Norton A., Silberger A.J. (1987). Parallelization and performance analysis of the Cooley-Tukey FFT algorithm for shared-memory architectures. *IEEE Transactions on Computers*. T. 36. №. 5. Pp. 581-591.

[Nuttall et al., 1996](#) – Nuttall A.H., Hall J.S., Sanchis J.V. (1996). Stability Measures for Spectral Analysis Using Discrete Sampling with the Kaiser-Bessel or Dolph-Chebyshev Window. *NAVAL UNDERSEA WARFARE CENTER NEWPORT DIV RI*, № NUWC-NPT-TR-10628.

[Oguro et al., 2016](#) – Oguro T., Miyoshi Y., Kubota H., Ohashi M. (2016, July). Relationship between roll-off factor and transmission distance in Nyquist OTDM scheme based on correlation detection with EDFA repeaters. *OptoElectronics and Communications Conference (OECC) held jointly with 2016 International Conference on Photonics in Switching (PS)*, (pp. 1-3). IEEE.

[Orekhov, Gradov, 2014](#) – Orekhov F.K., Gradov O.V. (2014). Gibridizatsiya COBAC, QSPR/QSAR i SBGN: edinstvo teorii i praktiki v analize dannykh i proektirovanii spektral'no-biokhimicheskogo laboratorno-dagnosticheskogo i biomeditsinskogo oborudovaniya [Hybridization of COBAC, QSPR/QSAR and SBGN: the unity of theory and practice in data analysis and design of spectroscopic biochemical laboratory diagnostic and biomedical equipment]. *Biotekhnosfera*, 33(3): 29-31. [in Russian]

[Orekhov, Gradov, 2015a](#) – Orekhov F.C., Gradov O.V. (2015). On-line/real time compatibility of COBAC analysis, QSPR, QSAR and SBGN big data mining as a novel tool for physiochemical prognostics in the biomedicine-assisted screening and experimental toxicology and allergology. *Journal of data mining in genomics & proteomics*. 6(4): 64.

[Orekhov, Gradov, 2015b](#) – Orekhov F.C., Gradov O.V. (2015). In situ/real time analysis in frame of COBAC, QSPR, QSAR and SBGN as a novel tool for the biosimilarity studies and physiochemical prognostics in the biomedicine-assisted screening and experimental toxicology and allergology. *Journal of Bioanalysis & Biomedicine*. 7(5): 95.

[Orekhov, Gradov, 2016a](#) – Orekhov T.C., Gradov O.V. (2016). Hybridization of COBAC, QSPR/QSAR and SBGN technologies: The unity of theory and practice for biomedical technique design and biochemical diagnostic information analysis. *Journ. Med. Bioeng.* 5(2): 128-132.

[Orekhov, Gradov, 2016b](#) – Orekhov F.K., Gradov O.V. (2016). Comparative labs-on-a-chip for dairy product analysis with automatic calibration using spectrophotometric or colorimetric temperature and tuple chemometric analyte systematization. *J Adv Dairy Res*. 4(2 (Suppl.)): 24.

[Peacock, 1985](#) – Peacock K. (1985). Kaiser-Bessel weighting of the Hilbert transform high-cut filte. *IEEE transactions on acoustics, speech, and signal processing*. T. 33. N^o 1. Pp. 329-331.

[Pradewi, 2012](#) – Pradewi E.D. (2012). Kajian Estimasi-M IRLS Menggunakan Fungsi Pembobot Huber Dan Bisquare Tukey Pada Data Ketahanan Pangan di Jawa Tengah. *Media Statistika*. T. 5. N^o 1. Pp. 1-10.

[Püschel, Rtteler, 2008](#) – Püschel M., Rtteler M. (2008). Algebraic signal processing theory: Cooley–Tukey type algorithms on the 2-D hexagonal spatial lattice. *Applicable Algebra in Engineering, Communication and Computing*. T. 19. N^o. 3. Pp. 259-292.

[Putra, Nio, 2015](#) – Putra S., Nio H. (2015). Pemodelan geographically weighted Poisson regression semiparametric (GWPRS) dengan fungsi pembobot fixed gaussian dan bisquare kernel. *Jurnal Mahasiswa Statistik*. T. 3. N^o 1. Pp. 29-32.

[Rahi and Mehra, 2014](#) – Rahi P.K., Mehra R. (2014). Analisis of power spectrum estimation using Welch method for various window techniques. *International Journal of Emerging Technologies and Engineering*. T. 2. N^o 6. Pp. 106-109.

[Rakhmasanti et al., 2013](#) – Rakhmasanti L.A., Nugroho W.H., Sumarminingsih E. (2013). Kajian model regresi logistik dan geographically weighted logistic regression (GWLRL) dengan fungsi pembobot adaptive gaussian kernel dan gwlr dengan fungsi pembobot bisquare kernel. *Jurnal Mahasiswa Statistik*. T. 1. N^o 4. Pp. 293-296.

[Ranganadh et al., 2011](#) – Ranganadh N., Patel P., Grigoryan A.M. (2011). Performances of Texas instruments DSP and Xilinx FPGAs for Cooley-Tukey and Grigoryan FFT algorithms. *Journal of Engineering and Technology*. 1(2): 83.

[Ranganadh, rao Dhanavath, 2013](#) – Ranganadh N., rao Dhanavath N. (2013). A TMS DSP processor based case study of Grigoryan FFT performance over Cooley-Tukey FFT(TMS320C5416, TMS320C5515). *Asian Journal of Curernt Engineering and Maths*. T. 2. N^o. 1. pp. 50-52.

[Ray, Dhar, 2014](#) – Ray K.C., Dhar A.S. (2014). CORDIC-Based VLSI Architecture for Implementing Kaiser-Bessel Window in Real Time Spectral Analysis. *Journal of Signal Processing Systems*. T. 74. N^o 2. Pp. 235-244.

[Ray, Ray, 1995](#) – Ray B.K., Ray K.S. (1995). Corner detection using iterative Gaussian smoothing with constant window size. *Pattern recognition*. T. 28. N^o. 11. Pp. 1765-1781.

[Reddy, 2006](#) – Reddy G.H., Reddy Y.V., Reddy S.N. (2006). The Effect of b in Kaiser Window on The SNR of MST Radar Signals. *Proceedings of the National conference on MST Radar and Signal Processing, SV University, Tirupati*. Pp. 24-25.

[Regeth, Stine, 1996](#) – Regeth R.A., Stine W.W. (1996). The bisquare weighted analysis of variance: A technique for nonnormal distributions. *Group*. T. 1. N^o. 21. P. 22.

[Regeth, Stine, 1998](#) – Regeth R.A., Stine W.W. (1998). Comparing means from nonnormal distributions: The bisquare-weighted analysis of variance. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*. T. 30. N^o 4. Pp. 707-712.

[Schoonover et al., 2013](#) – Schoonover R.W., Wang K., Anastasio M.A. (2013). Iterative image reconstruction in photoacoustic tomography using Kaiser-Bessel windows. SPIE BiOS. – International Society for Optics and Photonics, pp. 85814X-85814X-9.

[Shara et al., 2013](#) – Shara Y., Pramoedyo H., Mitakda M.B. (2013). Pemodelan geographically weighted regression dengan pembobot fixed bisquare kernel pada data spasial. *Jurnal Mahasiswa Statistik*. T. 1. No 3. Pp. 181-184.

[Shirasaki, 1997](#) – Shirasaki H. (1997). Approximate step analysis of linear and raised cosine tapered microstrip lines by using a waveguide model. *Electronics and Communications in Japan (Part II: Electronics)*. T. 80. No. 12. Pp. 57-63.

[Singh et al., 2012](#) – Singh S., Kumar M., Prasad S. (2012). Analysis of roll-off-factor to reduce the papr in sc-fdma system. *International Journal of Computational Intelligence Techniques*. T. 3. No 2. P. 76.

[Smith, 1970](#) – Smith A.D. (1970). Comments on " Subjective or Psophometric Audio Noise Measurement: A Review of Standards". *Journal of the Audio Engineering Society*, 18(6): 677-677.

[Tian et al., 2014](#) – Tian W. et al. (2014). Estimation of Harmonics Parameters Base on Dolph-Chebyshev Window Interpolation FFT Algorithm. *Proceedings of the CSU-EPISA*. T. 2. P. 009.

[Timashev et al., 2008](#) – Timashev S.F., Zagaynov V.A., Lushnikov A.A., Biryukov Y.G., Agranovskii I.E., Lamukhin E.M. (2008). Flicker noise spectroscopy in an analysis of the dynamics of atmospheric aerosol. *Russian Journal of Physical Chemistry A, Focus on Chemistry*, 82(10), 1756-1768.

[Timashev et al., 2009](#) – Timashev S.F., Polyakov Y.S., Yulmetyev R.M., Demin S.A., Panischev O.Y., Shimojo S., Bhattacharya J. (2009). Analysis of biomedical signals by flicker-noise spectroscopy: identification of photosensitive epilepsy using magnetoencephalograms. *Laser physics*, 19(4): 836-854.

[Timashev, 2006](#) – Timashev S.F. (2006). Flicker noise spectroscopy and its application: Information hidden in chaotic signals. *Russian Journal of Electrochemistry*, 42(5): 424-466.

[Timashev, 2008](#) – Timashev S.F., Polyakov Y.S. (2008). Analysis of discrete signals with stochastic components using flicker noise spectroscopy. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 18(09): 2793-2797.

[Timashev, Polyakov, 2008](#) – Timashev S.F., Polyakov Y.S. (2007). Review of flicker noise spectroscopy in electrochemistry. *Fluctuation and Noise letters*, 7(02): R15-R47.

[Timashev, Vstovskii, 2003](#) – Timashev S.F., Vstovskii G.V. (2003). Flicker-noise spectroscopy for analyzing chaotic time series of dynamic variables: Problem of signal-to-noise relation. *Russian Journal of Electrochemistry*, 39(2): 141-153.

[Trivedi, Lever, 1970](#) – Trivedi M., Lever K.V. (1970). Measured performance of Dolph-Chebyshev data-window circuits. *IEEE Journal on Electronic Circuits and Systems*. T. 3. No 2. Pp. 49-52.

[Tuan, Chou, 2011](#) – Tuan S.C., Chou H.T. (2011). Time domain analysis for ellipsoidal reflector antennas illuminated by a cosine-tapered and transient-step feed's radiation. *Electromagnetics, Applications and Student Innovation (iWEM), 2011 IEEE International Workshop on. IEEE, 2011*. Pp. 201-205.

[Vebiriyana et al., 2015](#) – Vebiriyana M., Darsyah M.Y., Nur I.M. (2015). Pemodelan geographically weighted regression dengan fungsi kernel bisquare terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kemiskinan di kabupaten demak. *Jurnal Statistika*. T. 3. No 1.

[Voronenko, Puschel, 2009](#) – Voronenko Y., Puschel M. (2009). Algebraic signal processing theory: Cooley–Tukey type algorithms for real DFTs. *IEEE Transactions on Signal Processing*. T. 57. No 1. Pp. 205-222.

[Weik et al., 2001](#) – Weik M.H. (2001). Psophometer. *Computer Science and Communications Dictionary*. Pp. 1364-1364.

[Wilms, 1970](#) – Wilms H.A. (1970). Subjective or psophometric audio noise measurement: a review of standards. *Journal of the Audio Engineering Society*. 18(6), 651-656.

[Wonnacott et al., 1961](#) – Wonnacott T.H. (1961). Spectral analysis combining a Bartlett window with an associated inner window. *Technometrics*. T. 3. No. 2. Pp. 235-243.

[Wu et al., 2012](#) – Wu S.D. et al. (2012). A novel gaussian window approach for empirical mode decomposition. *Advanced Materials Research. Trans Tech Publication*. T. 457. Pp. 274-277.

[Xiaoming et al., 2011](#) – Xiaoming Y., Yujian J., Yonghong L. (2011). MATLAB simulation and analysis of the Welch method in the classical power spectrum estimation. *Electronic Test*. T. 7. Pp. 029.

Xu et al., 2007 – Xu H., Zhou Y., Huang Z. (2007). Blind roll-off factor and symbol rate estimation using IFFT and least squares estimator. *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2007. WiCom 2007. International Conference on. IEEE*. Pp. 1052-1055.

Xu et al., 2016 – Xu W., Liu K., Wang L. (2016). Estimation of the Power Spectrum of Heart Rate Variability Using Improved Welch Method to Analyze the Degree of Fatigue. *Sheng wu yi xue gong cheng xue za zhi = Journal of biomedical engineering= Shengwu yixue gongchengxue zazhi*. T. 33. №. 1. P. 67.

Yao et al., 2014 – Yao W., Teng Z., Tang Q., Zuo P. (2014). Adaptive Dolph–Chebyshev window-based S transform in time-frequency analysis. *IET Signal Processing*, 8(9): 927-937.

Yue et al., 2015 – Yue L., Kong D., Li Y., Zang J., Wu J. (2015). Investigation on Pulse-width and Roll-off Factor of Sampling Pulses in Coherent Matched Sampling of a Nyquist Optical Time-division Multiplexed Signal. *Asia Communications and Photonics Conference* (pp. AS3F-3). Optical Society of America.

Zhao, He, 2013 – Zhao L., He Y. (2013). Power spectrum estimation of the Welch method based on imagery EEG. *Applied Mechanics and Materials. Trans Tech Publications*, T. 278. Pp. 1260-1264.

Псофометрический и девиометрический подходы к фильтрационному анализу электрокардиографического сигнала

Евгений Денисович Адамович ^a

^aМосковский педагогический государственный университет, Москва, Российская Федерация

Аннотация. В настоящей статье предлагается новый метод анализа электрокардиограмм, согласованного с частотным диапазоном. В качестве аппаратного прототипа предлагается использовать прибор для фильтрационных измерений – псофометр. В линии с ним может работать девиометр, который для данной системы измерений может измерять величину отклонения. Подход данной статьи является альтернативным к подходу ранее опубликованных с участием автора работ по ЭКГ с дискретным символьным декодированием и объясняет причину его отказа от работ в последнем направлении.

Ключевые слова: псофометр, девиометр, электрокардиограмма, фильтрация сигнала.

Copyright © 2019 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
European Journal of Medicine. Series B
Has been issued since 2014.
E-ISSN: 2413-7464
2019, 6(1): 41-47

DOI: 10.13187/ejm.s.b.2019.1.41
www.ejournal27.com



Early Diagnostics of Hearing Disorders in Children of Preschool Age in the Republic of Uzbekistan (Review)

A.A. Musaev ^{a, b}, A.A. Abdukayumov ^a, G.A. Rozikhodjaeva ^{b, *}

^a Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Pediatrics, Tashkent, Republic of Uzbekistan

^b Central Clinical Hospital N1, Tashkent, Republic of Uzbekistan

Abstract

This article is devoted to the problem of pediatric hearing impairment, the development of structures necessary for the early detection of hearing impairment in children of preschool age. It discusses the features of audiological diagnosis in the framework of auditory screening. The modern methods of diagnostics used depend on the age of child, his readiness and ability to follow the instructions of doctors. The article presents data on the implementation of such programs in foreign countries in recent years, as well as recommendations for improving the hearing services and hearing and speech rehabilitation in Uzbekistan. In order to assist such children with hearing and speech disorders, further activities are needed, which aim at the overall development of the child, improving its prospects in the education system and later in employment.

Keywords: early hearing diagnostics, hearing impairment, preschool age, hearing screening, audiological screening, deafness, conductive deafness.

1. Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) 2013 года, более 5 % населения мира (360 миллионов человек) страдают той или иной степенью тугоухости, потеря слуха в лучше слышащем ухе, превышающая 40 дБ у взрослых людей и 30 дБ у детей. Согласно прогнозам экспертов ВОЗ к 2020 году увеличивается число людей с нарушениями слуха на 30 %. За последние 20 лет частота поражений слуха возросла на 6 %, из числа которых на долю сенсоневральной тугоухости (СНТ) приходится 75-95 % (Chistyakova, Kovshenkova, 1999). Соотношение кондуктивной и нейросенсорной тугоухости составляет 38,4 % и 61,6 % соответственно (Khrabrikov, 2003).

Тугоухость детского возраста имеет огромное социальное значение, так как проблемы, возникающие в связи с появлением глухого или плохо слышащего ребёнка, не могут быть разрешены только медиками. При создании условий для нормального развития такого ребёнка необходимо взаимодействие многих звеньев в системе лечебных и педагогических мероприятий. Только при создании необходимых условий такой ребёнок сможет нормально развиваться психически и физически, так как глухие и страдающие тугоухостью дети отличаются от нормально слышащих детей отставанием не только в развитии речевой, но и

* Corresponding author

E-mail addresses: gulnoradm@inbox.ru (G.A. Rozikhodjaeva)

зрительной, двигательной и вестибулярной функций (Tarasov et al., 1984; Sapozhnikov, Bogomilsky, 2001).

2. Обсуждение

Данные о частоте и характере нарушений слуха у новорожденных и грудных детей разноречивы. Считается, что на 1000 физиологических родов приходится один ребенок с выраженной степенью тугоухости (Davidson et al., 1989; Davis, Wood, 1992). У 27,7 % детей раннего возраста нарушение слуха носит перцептивный характер, возникает во внутриутробном периоде и реализуется в первые месяцы и годы жизни (Bukhman, Ilmer, 1976; Gukovich, 1983; Sagalovich, 1987; Tarasov et al., 1984). В то же время по данным литературы, у 82 % новорожденных и детей раннего возраста имеются нарушения слуха (Lyakh, Maruseva, 1979). По данным Н. L. Van Straaten и соавт., тяжелая степень врожденной тугоухости отмечается у 0,1 % здоровых новорожденных и у 1-2 % младенцев, находившихся на лечении в отделении реанимации и интенсивной терапии (Van Straaten et al., 1998).

Нарушения слуха принадлежат к тем довольно распространённым расстройствам органов восприятия у новорожденных, которые поддаются идентификации с помощью специальных скринингов (коротких медицинских тестов). В детской сурдологии наиболее часто используется деление нарушений слуха на кондуктивную и сенсоневральную тугоухость. Наиболее частой причиной кондуктивной тугоухости является экссудативный средний отит (ЭСО). Для диагностики (ЭСО) исследователи отдают предпочтение тимпанометрии и акустической рефлексометрии (Milešina, 2007; Bogomilsky, 2006) рекомендуют при проведении активных профилактических осмотров организованных контингентов детей для получения полноценных результатов скрининговую аудиометрию дополнять тимпанометрией. Своевременно диагностированная и оказанная помощь способствует у многих детей полному выздоровлению, а у части из них – предотвращает прогрессирование заболевания (Zagoryanskaya, 2003)

При этом проводимые авторами исследования доказали наличие значительного количества детей с речевыми нарушениями с осложненной структурой дефекта, обусловленного сочетанием центральных (фонематических) и минимальных периферических слуховых расстройств (Koroleva et al., 1999). При исследовании детей с нарушениями речи определялось минимальное нарушение слуха, не превышающие 25 дБ, которые вызывают значительную дисфункцию в поведении, энергичности, социальной поддержке и самооценке (Bess et al., 1998).

Общеизвестно, что расстройства слуха у детей, даже односторонние, ведут к нарушениям формирования речи, причем даже небольшая временная потеря слуха на 15-25 дБ приводит к значительной задержке развития 2-ой сигнальной системы, к проблемам с обучением, коммуникацией и поведением (Koroleva et al., 1999; Sapozhnikov, Bogomilsky, 2001; Tavartiladze, 2001). В большинстве стран при этой патологии ребенок в обязательном порядке проходит обследование слуха для выявления или исключения тугоухости как причины этой задержки.

Дети, которые являются глухими или слабослышащими, имеют большой риск развития умственных задержек и психоэмоциональных трудностей, чем у их сверстников с нормальным слухом. Даже незначительная двухсторонняя (26-40 дБ в лучшем ухе) и односторонняя потеря (<25 дБ в лучшем ухе, ≥25 дБ в другом) могут нести повышенный риск неадаптивного развития (26; 30). Односторонняя или умеренная двухсторонняя потеря слуха не так легко обнаруживается как тяжелая степень нарушения слуха. Традиционно дети с односторонней или умеренной двухсторонней потерей слуха получают медицинское вмешательство в более старшем возрасте. С внедрением аудиологического скрининга новорожденных, возраст обнаружения резко сократился у детей с данной патологией. (Fitzpatrick et al., 2014).

Если ребёнку с таким нарушением не оказывается медицинская помощь на самых ранних стадиях, результатом являются, как правило, когнитивные, эмоциональные и психосоциальные отклонения на протяжении всей жизни. В частности, согласно американским исследованиям врождённое нарушение слуха приводит в течение жизни в среднем к потере дохода 300.000-500.000 долларов для каждого пациента в США (Henke, Huber, 1998).

Введение аудиологического скрининга способствовало увеличению числа детей с нарушениями слуха, выявляемых в возрасте до года. Однако у 80 % детей слуховые расстройства продолжали выявляться после 1-2-х лет. В существенной мере это было следствием низкой эффективности субъективных методов, используемых для оценки слуха у новорожденных, особенно у недоношенных детей и детей с патологией нервной и мышечной систем. В связи с этим во многих странах мира стал вводиться аудиологический скрининг новорожденных, основанный на объективных методах исследования слуха.

Благодаря накопленному на сегодня медицинскому опыту в данной сфере и успехам в развитии новых технологий для слуховых аппаратов, нарушения слуха поддаются и идентификации на самых ранних стадиях, и успешному лечению. С другой стороны, слишком позднее обнаружение таких нарушений и промедление с лечением приводят в большинстве случаев к менее успешному их устранению. Процессы развития слуховой сенсорной системы и центральной слуховой системы протекают нормально лишь в том случае, если в первые месяцы жизни посредством обработки слуховых стимулов происходит стабилизация нейронных связей (Klinke, 2001). Развитие органов слуха и, соответственно, лечение врождённых нарушений слуха возможно только в пределах определённого чётко очерченного временного отрезка, и в случае неустранения значительных расстройств слуха до окончания основной фазы развития слуховой сенсорной системы остаётся поражённым не только восприятие звуков, но и речь (Klinke et al., 2001; Walger, 2000).

В ноябре 2009 года Всемирная Организация Здравоохранения провела совещание с экспертами международного уровня относительно уже введённых программ скрининга слуха у детей и возможности введения таких программ в новых странах. Все участники совещания, в том числе эксперты из развивающихся стран, согласились с тем, что развитие программ скрининга слуха у новорожденных возможно и желательно в глобальном масштабе, а также что подобные программы должны основываться на объективных методах проведения. Были разработаны директивы для введения таких программ скрининга (World Health Organization, 2010).

Опыт различных стран в ранней идентификации и терапии нарушений слуха у детей демонстрирует, что для успеха подобных программ в долгосрочной перспективе необходимо проведение определённых сопутствующих мероприятий. В первую очередь, необходимо в рамках так называемого трекинга систематически следить за тем, чтобы дети, имеющие отклонения по результатам скрининга, действительно прошли дальнейшие обследования и, в случае подтверждения, имели доступ к терапии.

Скрининг слуха у новорожденных состоит из трёх частей:

- первичный скрининг, проводимый роддомом или другим медицинским учреждением;
- дальнейшее медицинское обследование (контроль) детей с подозрением на нарушение слуха и при необходимости аудиологическая диагностика;
- обработка результатов в центральном учреждении, ответственном за направление детей с подозрением на нарушение слуха на дальнейшую диагностику, а также за поддержание контакта с родителями, как минимум, до окончания диагностики и назначения терапии, или, более оптимально - до определённого возраста для документирования этапов терапии и её результата.

Используемые методы аудиологической диагностики зависят от возраста ребёнка, его готовности и способности следовать указаниям врачей (например, при наличии других медицинских отклонений).

Проведение сурдопедагогического обследования после «непройденного» скрининга слуха новорожденных соответствует консенсусу Немецкого общества фониатрии и детской аудиологии (Wiesner et al., 2011) и на основе «Рекомендаций AGERA по использованию объективных методов обследования слуха в рамках последующего сурдопедагогического подтверждения диагноза после непройденного скрининга слуха новорожденных» (Hoth et al., 2012) регулируется в два этапа и воспроизведено здесь выдержками и частично прокомментировано (Neumann, 2015). Оно включает в себя с одной стороны контроль скрининга (Follow-up уровень 1), с другой стороны сурдопедагогическое подтверждение диагноза (Follow-up уровень 2). Некоторые элементы уже были адаптированы к подходам к скринингу и последующему обследованию в Узбекистане.

Для оказания помощи детям с нарушениями слуха и речи необходимы дальнейшие мероприятия, ставящие себе целью общее развитие ребёнка, улучшение его перспектив в системе образования и позже в трудоустройстве. К таким мероприятиям относятся, как минимум, ещё один скрининг слуха в дошкольном возрасте с предоставлением, при необходимости, доступа к современной терапии, услугам специалистов по аудиологии, слуховым аппаратам. К этому можно отнести также скрининг речевого развития, особенно в дошкольном возрасте, с последующим доступом к статистически проверенным программам развития и терапии речи в детских садах и школах. Подобные мероприятия требуют стандартизации проведения по всей стране с постоянным контролем их качества на законодательном уровне.

3. Заключение

На сегодняшний день в Узбекистане с 2014 года работает программа слухового скрининга новорожденных. По регионам в акушерско-родильных отделениях проводятся ЗВОАЭ, ПИОАЭ тесты, позволяющие идентифицировать слуховую дисфункцию с первых дней жизни ребенка.

Однако, как показывают практика и данные мировой литературы дети в возрасте от 1 до 6-7 лет часто подвергаются ряду провоцирующих факторов (вирусная инфекция, аллергические риниты, аденоидные вегетации и т.п.). В связи с этим стала очевидной необходимость дальнейшего изучения состояния слуха у детей дошкольного возраста.

К программе относятся введение скрининга слуха в дошкольном возрасте, дальнейшая аудиологическая диагностика, проверка практического применения результатов скрининга (трекинг), снабжение пациентов слуховыми аппаратами и имплантатами, проведение операций по улучшению слуха, педагогическая помощь детям, консультация семей.

Программа реализуется в Ташкенте на базе Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра педиатрии. Согласно этой программе планируется провести слуховой скрининг детей в возрасте от 5-7 лет в некоторых дошкольных учреждениях одного из районов нашей столицы. С результатами дошкольного аудиологического скрининга мы ознакомим в наших следующих публикациях.

Литература

Богомильский, 2006 – Богомильский М.Р., Поварова М.В. Состояние слуха у детей с задержкой речевого развития // *Вестник оториноларингологии*. 2006. №4. С. 6-8.

Бухман, Ильмер, 1976 – Бухман Л.А., Ильмер С.Н. Некоторые аспекты нейросенсорной тугоухости. Труды Ленингр. сан.-гиг. мед. института, 1976, № 113. С. 72-76.

Гукович, 1983 – Гукович В.А. Современные аспекты патогенетического лечения больных невритом слухового нерва // *Журнал ушн., нос. и горл. бол.* 1983, №6. С. 18-23.

Загорянская и др., 2003 – Загорянская М.Е., Румянцева М.Г., Дайняк Л.Б. Нарушения слуха у детей: эпидемиологическое исследование // *Вестник оториноларингологии*. 2003. №6. С. 7-10.

Загорянская, Румянцева, 2005 – Загорянская М.Е., Румянцева М.Г. Эпидемиология нарушений слуха у детей // *Дефектология*. 2005. №6. С. 14-20.

Загорянская, Румянцева, 2007 – Загорянская М.Е., Румянцева М.Г. Значение систематического изучения эпидемиологии нарушений слуха для создания стандартов профилактики и лечения тугоухости и глухоты // *Российская оториноларингология. Приложение*. 2007. С. 134-139.

Королева и др., 1999 – Королева И.В., Григорьева И.Ф., Петрига Е.В. Состояние слуха у детей с расстройствами речи // *Мат. научн.-практ. конф. «Современные методы дифференциальной диагностики нарушений слуха»*. Суздаль, 1999. С. 66.

Лях, Марусева, 1979 – Лях Г.С., Марусева А.М. Аудиологические основы реабилитации детей с нейросенсорной тугоухостью. Л.: Медицина, 1979. 200 с.

Милешина и др., 2007 – Милешина Н.А., Дмитриев Н.С., Володькина В.В. Алгоритм ведения больных экссудативным средним отитом // *Российская оториноларингология. Приложение*. 2007. С. 164-167.

Сагалович, 1987 – Сагалович Б.М. Достижения отечественной оториноларингологии в разработке проблемы диагностики и патогенеза нейросенсорной тугоухости // *Вестн. оториноларингол.* 1987, № 6. С. 3-10.

[Сапожников, Богомильский, 2001](#) – Сапожников Я.М., Богомильский М.Р. Современные методы диагностики, лечения и коррекции тугоухости и глухоты у детей. М.: ИКАР, 2001. 78 с.

[Сапожников, Богомильский, 2001](#) – Сапожников Я.М., Богомильский М.Р. Современные методы диагностики, лечения и коррекции тугоухости и глухоты у детей. М., 2001. 247 с.

[Таварткиладзе, Шматко, 2001](#) – Таварткиладзе Г.А., Шматко Н.Д. Диагностика и коррекция нарушенной слуховой функции у детей первого года жизни. Метод, пособие. М., 2001. 159 с.

[Тарасов и др., 1984](#) – Тарасов Д.И., Наседкин А.Н., Лебедев В.П. Тугоухость у детей. М., 1984. 239 с.

[Храбриков, 2003](#) – Храбриков А.Н. Характеристика сенсоневральной тугоухости и перспективы ее дифференциальной диагностики на основе регистрации вызванной отоакустической эмиссии // *Вестник оториноларингологии*. 2003. №6. С. 17-19.

[Чистякова, Ковшенкова, 1999](#) – Чистякова В.Р., Ковшенкова Ю.Д. Возможности восстановления слуха в остром периоде нейросенсорной тугоухости в детском возрасте // *Лечащий врач*. 1999. № 4. С. 26-31.

[Bess, 1998](#) – Bess F.H. Children with minimal sensorineural hearing loss: prevalence educational performance and functional status. *Ear and Hearing*, 1998. №5, pp. 339-354.

[Davidson et al., 1989](#) – Davidson P., Hyde M., Alberi P. Epidemiological patterns in childhood hearing loss. *Int. Journal of pediatric otorhinolaryngology*. 1989. Vol. (17). Pp. 239-266.

[Davis, Wood, 1992](#) – Davis A., Wood S. The epidemiology of childhood hearing impairment factors relevant to planning services. *Audiol.* 1992. Vol. (26). Pp. 77-90.

[Fitzpatrick et al., 2014](#) – Fitzpatrick E.M, Whittingham J, Durieux-Smith A. *Ear Hear.* Jan-Feb; 2014. 35(1): 10-8. DOI: 10.1097/AUD.0b013e31829e1ed9

[Henke, Huber, 1998](#) – Henke K.-D., Huber M. Neonatales Hearscreening Gesundheitspolitische Konsequenzen. Frankfurt/Main: Medizinische Verlagsgesellschaft Umwelt und Medizin m. b. H, 1998.

[Hoth et al., 2012](#) – Hoth S., Janssen T., Muhler R., Walger M., Wiesner T. Empfehlungen der AGERA zum Einsatz objektiver Hörprüfmethoden im Rahmen der pädaudiologischen Konfirmationsdiagnostik. *Neugeborenen-Hörscreening. HNO*, 2012, 60: 1100-1102.

[Klinke et al., 2001](#) – Klinke R., Kral A., Hartmann R. Sprachanbahnung über elektronische Ohren – So früh wie möglich. *Deutsches Ärzteblatt*, 2001, 98, A3049-3053.

[Neumann, 2015](#) – Neumann K. Screening und Früherkennung. *Objektive Audiometrie im Kindesalter*, 2015, pp. 355-380.

[Tharpe, 2008](#) – Tharpe A.M. Unilateral and mild bilateral hearing loss in children: Past and current perspectives. *Trends in Amplification*, 2008, 12(1): 7-15.

[Van Straaten et al., 1998](#) – Van Straaten H.L., Bholasingh R., van Zanten G.A. Neonatal hearing screening. Depart of Pediatrics. Rotterdam, 1998.

[Walger, 2000](#) – Walger M.. Hörstörungen und Hörbahnreifeung – Über die Bedeutung der Früherkennung und Therapie kindlicher Hörstörungen. *HorBericht*, 2000, 67, 1-7.

[Wiesner et al., 2011](#) – Wiesner T., Gross M., Nawka T., Neumann K., Reuter W., Schonweiler R., am Zehnhoff-Dinnesen A. Phoniatriisch-pädaudiologischer Konsensus zu einem universellen Neugeborenen-Hörscreening in Deutschland. *Gesehen* 23. Nov. 2014.

[Winiger et al., 2016](#) – Winiger A., Alexander J., Diefendorf A. Minimal Hearing Loss: From a Failure-Based Approach to EvidencedBased Practice. *American Journal of Audiology*, 2016, 25: 232-245.

[World Health Organization, 2010](#) – World Health Organization. Neonatal and infant hearing screening. *Current issues and guiding principles for action. Outcome of a WHO Informal consultation held at WHO Head-quarters, Geneva, Switzerland, 09-10 November, 2009.*

References

[Bess, 1998](#) – Bess F.H. (1998). Children with minimal sensorineural hearing loss: prevalence educational performance and functional status. *Ear and Hearing*, №5. Pp. 339-354.

Bogomilsky, 2006 – *Bogomilsky M.R.* (2006). Sostoyanie sluha u detej s zaderzhkoj rechevogo razvitiya [Hearing aid in children with speech retardation]. *Vestnik otorinolaringologii*. №4. Pp. 6-8. [in Russian]

Bukhman, Ilmer, 1976 – *Bukhman L.A., Ilmer S.N.* (1976). Nekotorye aspekty nejrosensornoj tugouhosti [Some aspects of sensorineural hearing loss]. *Trudy Leningr. san.-gig. med. instituta*. № 113. pp. 72-76. [in Russian]

Chistyakova, Kovshenkova, 1999 – *Chistyakova V.R., Kovshenkova Yu.D.* (1999). Vozmozhnosti vosstanovleniya sluha v ostrom periode nejrosensornoj tugouhosti v detskom vozraste [Possibilities of hearing restoration in the acute period of sensorineural hearing loss in childhood]. *Lechashchij vrach*, № 4, pp. 26-31. [in Russian]

Davidson et al., 1989 – *Davidson P., Hyde M., Alberi P.* (1989). Epidemiological patterns in childhood hearing loss. *Int. Journal of pediatric otorhinolaryng.* Vol. (17), pp. 239-266.

Davis, Wood, 1992 – *Davis A., Wood S.* (1992). The epidemiology of childhood hearing impairment factors relevant to planning services. *Audiol.* Vol. (26), pp. 77-90.

Fitzpatrick et al., 2014 – *Fitzpatrick E.M., Whittingham J., Durieux-Smith A.* (2014). *Ear Hear. Jan-Feb*; 35(1): 10-8. DOI: 10.1097/AUD.0b013e31829e1ed9

Gukovich, 1983 – *Gukovich V.A.* (1983). Sovremennye aspekty patogeneticheskogo lecheniya bol'nyh nevitom sluhovogo nerva [Modern aspects of the pathogenetic treatment of patients with auditory nerve neuritis]. *Zhurnal ushn., nos. i gorl. boleznei*. № 6, pp. 18-23. [in Russian]

Henke, Huber, 1998 – *Henke K.-D., Huber M.* (1998). Neonatales Hearscreening – Gesundheitspolitische Konsequenzen. Frankfurt/Main: Medizinische Verlagsgesellschaft Umwelt und Medizin m. b. H.

Hoth et al., 2012 – *Hoth S., Janssen T., Muhler R., Walger M., Wiesner T.* (2012). Empfehlungen der AGERA zum Einsatz objektiver Horprufmethoden im Rahmen der padaudiologischen Konfirmationsdiagnostik. *Neugeborenen-Horscreening. HNO*, 60: 1100-1102.

Khrabrikov, 2003 – *Khrabrikov A.N.* (2003) Charakteristika sensorneural'noj tugouhosti i perspektivy ee differencial'noj diagnostiki na osnove registracii vyzvannoj otoakusticheskoj emissii [Characterization of sensorineural hearing loss and the prospects for its differential diagnosis based on registration of induced otoacoustic emission]. *Vestnik otorinolaringologii*. №6, pp. 17-19. [in Russian]

Klinke et al., 2001 – *Klinke R., Kral A., Hartmann R.* (2001). Sprachanbahnung über elektronische Ohren – So früh wie möglich. *Deutsches Arzteblatt*, 98, A3049-3053.

Koroleva, Grigorieva, 1999 – *Koroleva I.F., Grigorieva I.F., Petriga E.V.* (1999). Sostoyanie sluha u detej s rasstrojstvami rechi [Hearing Aid in Children with Speech Disorders]. *Mat. nauchn.-prakt. konf. «Sovremennye metody differencial'noj diagnostiki narushenij sluha»*. P. 66. [in Russian]

Lyakh, Maruseva, 1979 – *Lyakh G.S., Maruseva A.M.* (1979). Audiologicheskie osnovy reabilitacii detej s nejrosensornoj tugouhost'yu [Audiological basis for the rehabilitation of children with sensorineural hearing loss]. *Medicina*. P. 200. [in Russian]

Mileshina i dr., 2007 – *Mileshina H.A.* (2007). Algoritm vedeniya bol'nyh ekssudativnym srednim otitom [Algorithm for managing patients with exudative otitis media]. *Rossijskaya otorinolaringologiya. Prilozhenie*, pp. 164-167.

Neumann, 2015 – *Neumann K.* (2015). Screening und Früherkennung. *Objektive Audiometrie im Kindesalter*, pp. 355-380.

Sagalovich, 1987 – *Sagalovich B.M.* (1987). Dostizheniya otechestvennoj otorinolaringologii v razrabotke problemy diagnostiki i patogeneza nejrosensornoj tugouhosti [Achievements of national otorhinolaryngology in the development of the diagnosis and pathogenesis of sensorineural hearing loss]. *Vestn. otorinolaringol.* № 6, pp. 3-10. [in Russian]

Sapozhnikov, Bogomilsky, 2001 – *Sapozhnikov Y.M., Bogomilsky M.R.* (2001). Sovremennye metody diagnostiki, lecheniya i korrekcii tugouhosti i gluhoty u detej [Modern methods of diagnosis, treatment and correction of hearing loss and deafness in children]. *IKAR*, P. 78.

Sapozhnikov, Bogomilsky, 2001 – *Sapozhnikov Y.M., Bogomilsky M.R.* (2001). Sovremennye metody diagnostiki, lecheniya i korrekcii tugouhosti i gluhoty u detej [Modern methods of diagnosis, treatment and correction of hearing loss and deafness in children]. *M.* P. 247. [in Russian]

Tarasov i dr., 1984 – *Tarasov D.I., Nasedkin A.N., Lebedev V.P.* (1984). Tugouhost' u detej [Hearing loss in children]. *M.*, 239 p. [in Russian]

Tavartkiladze, Shmatko, 2001 – *Tavartkiladze G.A., Shmatko N.D.* (2001). Diagnostika i korekciya narushennoj sluhovoj funkcii u detej pervogo goda zhizni [Diagnosis and correction of impaired auditory function in children of the first year of life]. *Metod, posobie*, p. 159. [in Russian]

Tharpe, 2008 – *Tharpe A.M.* (2008). Unilateral and mild bilateral hearing loss in children: Past and current perspectives. *Trends in Amplification*, 12(1): 7-15.

Van Straaten et al., 1998 – *Van Straaten H.L., Bholasingh R., van Zanten G.A.* (1998). Neonatal hearing screening. Depart of Pediatrics. Rotterdam.

Walger, 2000 – *Walger M.* (2000). Horstorungen und Horbahnreifung – Uber die Bedeutung der Fruherkennung und Therapie kindlicher Horstorungen. *HorBericht*, 67: 1-7.

Wiesner et al., 2011 – *Wiesner T., Gross M., Nawka T., Neumann K., Reuter W., Schonweiler R., am Zehnhoff-Dinnesen A.* (2011). Phoniatriisch-padaudiologischer Konsensus zu einem universellen Neugeborenen-Horscreening in Deutschland. *Gesehen* 23. Nov. 2014

Winiger et al., 2016 – *Winiger, A., Alexander, J., Diefendorf, A.* (2016). Minimal Hearing Loss: From a Failure-Based Approach to EvidencedBased Practice. *American Journal of Audiology*, 25: 232-245.

World Health Organization, 2010 – World Health Organization (2010). Neonatal and infant hearing screening. *Current issues and guiding principles for action. Outcome of a WHO Informal consultation held at WHO Head-quarters, Geneva, Switzerland, 09-10 November, 2009.*

Zagoryanskaya, 2003 – *Zagoryanskaya M.E.* (2003) Narusheniya sluha u detej: epidemiologicheskoe issledovanie [Hearing impairment among children: an epidemiological study]. *Vestnik otorinolaringologii*. № 6, pp. 7-10. [in Russian]

Zagoryanskaya, 2005 – *Zagoryanskaya M.E., Rumyantseva M.G.* (2005). Epidemiologiya narushenij sluha u detej [Epidemiology of hearing impairment in children]. *Defektologiya*. № 6, pp. 14-20. [in Russian]

Zagoryanskaya, Rumyantseva, 2007 – *Zagoryanskaya M.E., Rumyantseva M.G.* (2007). Znachenie sistematicheskogo izucheniya epidemiologii narushenij sluha dlya sozdaniya standartov profilaktiki i lecheniya tugouhosti i gluhoty [The importance of a systematic study of the epidemiology of hearing impairment in creating standards for the prevention and treatment of hearing loss and deafness]. *Rossiyskaya otorinolaringologiya. Prilozhenie*, pp. 134-139. [in Russian]

Ранняя диагностика нарушений слуха у детей дошкольного возраста в республике Узбекистан (обзор)

А.А. Мусаев ^{a, b}, А.А. Абдукаюмов ^a, Г.А. Розыходжаева ^{b, *}

^a Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр педиатрии, Ташкент, Республика Узбекистан

^b Центральная клиническая больница №1, Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. Данная статья посвящена проблеме детской тугоухости, вопросу развития структур, необходимых для раннего выявления нарушений слуха у детей дошкольного возраста. В ней рассматриваются особенности аудиологической диагностики в рамках слухового скрининга. Используемые современные методы аудиологической диагностики зависят от возраста ребёнка, его готовности и способности следовать указаниям врачей. В статье приведены данные по реализации подобных программ в зарубежных странах за последние годы, а также рекомендации по улучшению сурдологической службы и слухоречевой реабилитации в Узбекистане. Для оказания помощи таким детям с нарушениями слуха и речи необходимы дальнейшие мероприятия, ставящие себе целью общее развитие ребёнка, улучшение его перспектив в системе образования и позже в трудоустройстве.

Ключевые слова: ранняя диагностика слуха, нарушение слуха, дошкольный возраст, слуховой скрининг, аудиологический скрининг, тугоухость, кондуктивная тугоухость.

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: gulnoradm@inbox.ru (Г.А. Розыходжаева)

Copyright © 2019 by Academic Publishing House Researcher s.r.l.



Published in the Slovak Republic
European Journal of Medicine. Series B
Has been issued since 2014.
E-ISSN: 2413-7464
2019, 6(1): 48-54

DOI: 10.13187/ejm.s.b.2019.1.48
www.ejournal27.com



Cardiometabolic Risk Factors in Medical Students: Cause for Concern

Victoria A. Sergeeva ^{a, *}, Albina R. Akzhigitova ^a, Elena A. Konkina ^a

^aSaratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Saratov, Russian Federation

Abstract

The paradigm of healthy lifestyle is one of the trends in medicine discussed in recent decades. The number of people with obesity and associated diseases is growing exponentially. Prevention of overweight and lifestyle issues is the key to improving this problem. A comprehensive assessment of cardiometabolic risk factors in future medical students was conducted. Body mass index, waist volume, blood pressure, glycaemia and total blood cholesterol were measured. The data obtained allow us to state that despite the fact that many students are young, there is excess body weight, high blood pressure, hypercholesterolemia, caused by the nature of nutrition, low physical activity and harmful habits. In order to prevent the consequences of an incorrect lifestyle it is necessary to take a comprehensive approach to each student with the development of an individual program of correction of identified disorders. Medical students who have full information on this issue will be able to give competent advice on the correction of lifestyles to their future patients.

Keywords: medical students, diet, obesity, fast-food, diabetes mellitus, arterial hypertension, hyperlipidemia.

1. Введение

В настоящее время ожирение официально считается тяжелым мультифакторным заболеванием, последствия которого для пациента могут быть фатальными (Dedov et al., 2016; World Health Organization, 2017; Дедов и др., 2018; Field et al., 2011; Асфандиярова и др., 2018). Данные ВОЗ свидетельствуют об «эпидемии» ожирения и сахарного диабета (СД) 2 типа в XXI веке во всем мире, особенное опасение вызывает рост числа молодых людей с этой патологией (Dedov et al., 2016; World Health Organization, 2017). С одной стороны, появление и всеобщее распространение гаджетов среди молодежи облегчило коммуникативные возможности и доступ к информационным ресурсам, а, с другой, - ознаменовало наступление века гиподинамии. Появление в России в 90-е годы XX века фастфуда было ярким и запоминающимся событием. Однако, по прошествии нескольких десятилетий фастфуд практически полностью изменил психологию молодых людей, которые предпочитают за небольшие деньги питаться этими продуктами, не тратя собственное время на приготовление полезной пищи дома. Гиподинамия и неправильное питание – основные причины развития ожирения и ассоциированных с ним заболеваний (World Health Organization, 2017; Дедов и др., 2018; Wong et al., 2015).

В нашем исследовании с помощью анкетирования мы оценили характер питания и физическую активность студентов старших курсов медицинского университета, с помощью опросника FINDRISK оценили риски развития СД 2 типа. Провели определение уровня

* Corresponding author

E-mail addresses: viktoriasergeeva@mail.ru (V.A. Sergeeva)

общего холестерина и глюкозы крови с помощью портативного анализатора крови EasyTouch GC натошак, а также артериального давления (АД) с целью получения комплексной информации о состоянии здоровья молодых людей. По результатам исследования были даны индивидуальные рекомендации каждому студенту по коррекции образа жизни.

2. Материалы и методы

Обследовано 200 студентов 5 и 6 курсов лечебного факультета Саратовского государственного медицинского университета имени В.И. Разумовского. Исследование проходило в 2 этапа. Сначала проводилось анкетирование всех студентов по специально разработанному опроснику, содержащему вопросы по образу жизни и питанию, затем по шкале FINDRISK. На втором этапе у 100 студентов (случайная выборка) проведено измерение антропометрических показателей, уровня АД, определение глюкозы и общего холестерина крови с помощью портативного анализатора крови EasyTouch GC. Измерения производились утром натошак. Анкетирование и лабораторное исследование проведены с устного добровольного согласия всех участников. Финская шкала FINDRISK была нами выбрана, как простая и доступная, широко использованная во многих странах мира в ходе эпидемиологических испытаний и официально рекомендованная к применению в России (Мустафина и др., 2016). Согласно шкале 10-ти летний риск развития СД 2 типа менее 7 баллов является низким (1 % вероятности развития СД), 7-11 баллов – умеренно повышенным (4 %), 12-14 баллов – средним (риск развития СД составляет 17 %), 15-20 баллов – высоким (33 % – ная вероятность развития СД), более 20 баллов – очень высоким (50 % – риск развития СД). Для статистической обработки информации использовался пакет StatPlus 2009 Professional. При оценке характера распределения количественных признаков использовали критерии Смирнова-Колмогорова и Шапиро-Уилка. Все количественные показатели, подчиняющиеся нормальному распределению, представлены в виде M (среднее арифметическое) \pm SD (стандартное отклонение), данные распределенные ненормально представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха – значения 25-го и 75-го перцентилей. Результаты представлены в виде Me (25p; 75p). При сравнении независимых выборок использовали критерий Стьюдента для сравнения параметрических данных и тест Манна – Уитни для непараметрических данных. Статистически значимым было принято р-значение $< 0,05$.

3. Результаты

В исследовании приняли участие 72,5 % девушек и 27,5 % юношей. Средний возраст обследованных студентов составил 22 (22; 23) года. В среднем студенты питаются 3 (3;4) раза в сутки. 6 % студентов было с ожирением (индекс массы тела (ИМТ) более 30) и 16 % с избыточной массой тела (ИМТ от 25 до 30).

Ежедневное включение в пищевой рацион овощей и фруктов является необходимым для правильного сбалансированного питания согласно последним рекомендациям ВОЗ (World Health Organization, 2017; Дедов и др., 2018). Среди опрошенных молодых людей 98 % отметили, что любят фрукты и овощи. Однако, только 49 % употребляют их ежедневно. Так, 18 % молодых людей получают растительную пищу 5-6 раз в неделю, 21 % всего 3-4 раза в неделю, 9 % всего 1-2 раза в неделю, 3 % употребляют в пищу всего несколько раз в месяц.

Все участвующие в исследовании студенты-медики владеют информацией о фастфуде и его вреде для здоровья. Тем не менее, любят такую пищу 65 % опрошенных. Частота употребления фастфуда у молодых людей была различной. Большинство студентов-медиков регулярно употребляли продукцию фастфуда (56 %). Из них 43 % посещают рестораны известных сетей, по крайней мере, 1 раз в неделю, 19 % – 2 раза в неделю, 14 % – 3 и более раз в неделю. Более редкие посещения (несколько раз в месяц) отмечены у 11% студентов, нерегулярные посещения – у 13 % (Рис. 1). Интересен тот факт, что среди молодых людей, кто отметил, что фастфуд не является для них любимой пищей, также употребляют его. Среди этих респондентов около трети постоянно посещают рестораны быстрого питания (28 %). Из них 10 % чаще 2-х раз в неделю. Подобную приверженность этому характеру питания молодые люди объясняют быстротой обслуживания, возможностью принять пищу в компании своих однокурсников, доступностью пищи в плане цены, а также отсутствием

необходимости мыть посуду и выбрасывать мусор дома. 53 % ежедневно употребляют сладкие газированные напитки, в том числе вместе с продукцией ресторанов фастфуда. Известно, что прием сладких газированных напитков притупляет чувство сытости, способствует употреблению большего объема пищи, создает пищевые пристрастия к повторному употреблению этих продуктов и способствует развитию ожирения (Welsh et al., 2005).

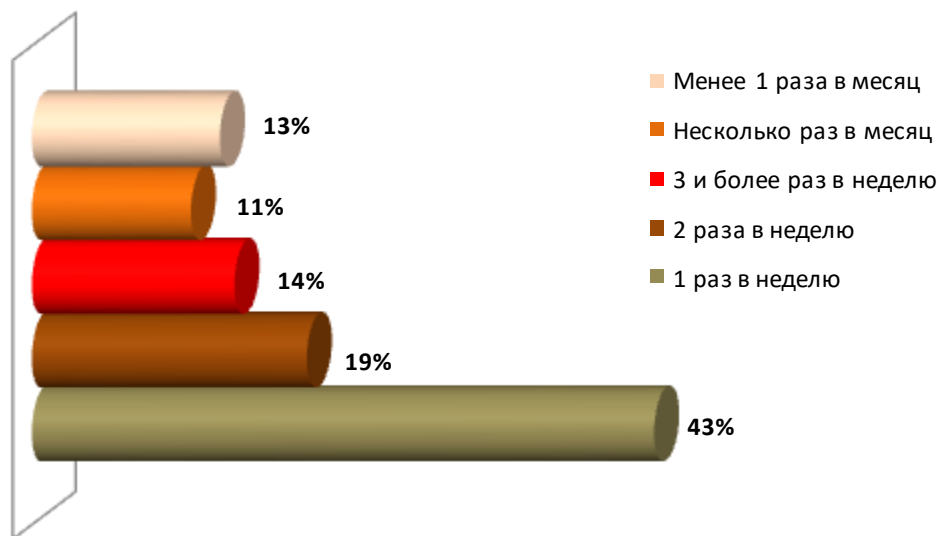


Рис. 1. Частота употребления фастфуда студентами-медиками

Низкая физическая активность выявлена у 45 % молодых людей. Только 13 % респондентов отметили, что продолжают регулярно заниматься спортом, 42 % занимаются спортом не систематически, «для себя». 13 % студентов являются активными курильщиками, со средним стажем курения $3,6 \pm 0,64$ года и выкуривают $7,75 \pm 1,14$ сигарет в сутки. Алкоголь употребляют 57 % студентов, участвующих в исследовании. При этом 7 % употребляют спиртные напитки, по крайней мере, 1 раз в неделю, 25 % – по крайней мере, 1 раз в месяц, остальные – не систематически и реже.

Верификация результатов полученных данных по шкале FINDRISK показала, что в общей группе студентов преобладает низкий риск развития СД 2 типа (81,5 %), умеренно повышен риск развития СД 2 типа у 15 % молодых людей, у 3 % риск соответствует среднему уровню, у 0,5 % – высокому. Среди девушек низкий риск СД 2 типа выявлен у 83 %, 13 % имеют немного повышенный риск, средний риск был получен у 3 % и 1 % девушек относились к категории высокого риска по шкале FINDRISK. Среди лиц мужского пола низкий риск имеют 76 % респондентов, у 20 % риск СД 2 типа умеренно повышен, у 4 % риск соответствует среднему (Рис. 2). Дополнительный интерес вызывают некоторые детали интерпретации шкалы FINDRISK. Так среди респондентов из числа молодых людей оказалось, что 3 % принимают антигипертензивные препараты, у 4 % при медосмотрах регистрировалась гипергликемия, отягощенная наследственность по СД отягощена у 35 % респондентов.

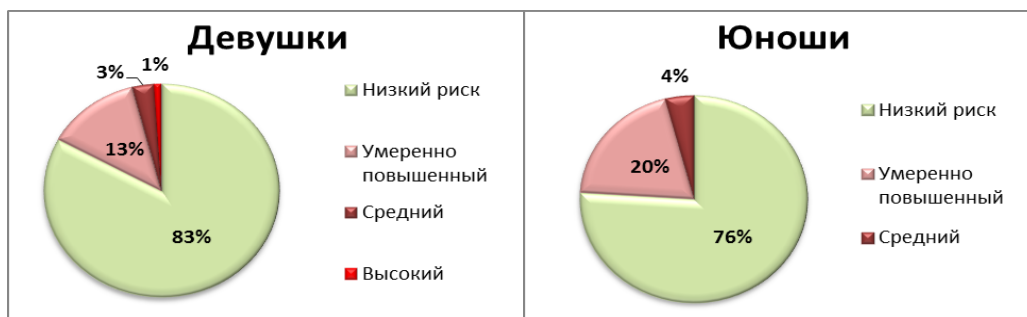


Рис. 2. Риски развития сахарного диабета 2 типа у студентов-медиков по шкале FINDRISK

Дальнейшее изучения состояния студентов-медиков включало измерение объема талии, ИМТ, АД, частоты сердечных сокращений (ЧСС), уровня общего холестерина и гликемии. В этот этап было включено 100 человек (25 юношей, 75 девушек, участники отбирались случайным образом). Нормальным значениям объема талии у девушек соответствовали до 80 см, у юношей до 94 см. Измерение АД проводилось на обеих плечевых артериях, с последующим повторением через несколько минут покоя, за окончательный результат принималось большее АД на одной из конечностей и среднее значение САД и ДАД после серии измерений.

Уровень систолического АД (САД) в общей группе обследованных студентов-медиков составил 128 (118;141) мм рт.ст., диастолического АД (ДАД) 75,99±8,80 мм рт.ст., ЧСС 81,5(75;90) ударов в минуту. Сравнение результатов измерений АД и ЧСС у девушек и юношей представлено в [Таблице 1](#).

Таблица 1. Артериальное давление и частота сердечных сокращений у студентов-медиков

Показатель	Девушки (n=75)	Юноши (n=25)	Оценка достоверности различий
САД, мм рт.ст.	126*(114;136,75)	137(130,25;143,25)	U=1315,z=3,005,P=0,0027
ДАД, мм рт.ст.	75,76±1,05	76,68±7,99	t=0,45,P=0,65
Оптимальное АД,%	39%*	4%	t=5,02, p<0,05
Нормальное АД,%	24%	20%	t=0,42, p>0,05
Высокое нормальное АД, %	13%	32%	t=1,81, p>0,05
АГ 1 степени,%	21%	36%	t=1,35, p>0,05
АГ 2 степени,%	3%	4%	t=0,30, p>0,05
АГ 3 степени,%	-	4%	t=1,0, p>0,05
ЧСС, уд.в мин.	83(76,76;90)	77(74;100)	U=840,5,z=0,77,p=0,44
ЧСС>80 уд.в мин.в покое,%	57%	44%	t= 1,15, p>0,05

* получено статистически значимое различие между группами

Как видно из таблицы статистически значимые различия между группами получены по уровню САД, так у юношей этот показатель оказался выше. Также среди девушек с большей частотой зарегистрировано АД, соответствующее оптимальному уровню. Несмотря на отсутствие статистически значимых различий можно проследить и общую тенденцию к повышению уровня АД среди будущих врачей мужского пола. В отношении ЧСС эта закономерность не прослеживается.

Результаты измерения ИМТ и объема талии, а также уровня холестерина и глюкозы крови приведены в таб.2. Как видно из результатов обследования среди студентов мужского пола выявлено большее число лиц с избытком массы тела и ожирением. По показателю «ИМТ» как и по количеству лиц с избытком массы тела получены статистически значимые различия с группой девушек. По лабораторным показателям статистически значимое различие получено по уровню общего холестерина. Безусловно, измерение данного лабораторного маркера в этом случае можно считать скрининговым, необходима развернутая диагностика липидного профиля. Тем не менее, тенденция к дислипидемии в совокупности к повышенной массой тела настораживает в плане развития не только СД 2 типа, но и сердечно-сосудистой патологии у обследованных молодых людей ([Guo, Garvey, 2015](#); [Mohammadbeigi et al., 2018](#)).

Таблица 2. Антропометрические и лабораторные показатели у студентов-медиков

Показатель	Девушки (n=75)	Юноши (n=25)	Оценка достоверности различий
ИМТ (кг/м ²)	21*(19,5;23)	25,05±3,55	U = 1455, z = 4,12, P < 0,0001
Число лиц с избытком массы тела (ИМТ до 30), %	12 %*	36 %	t = 2,29, p < 0,05
Число лиц с ожирением (ИМТ>30), %	4 %	12 %	t = 1,14, p > 0,05
Объем талии выше нормы (более 80 см у девушек, выше 94 см у юношей), %	21 %	36 %	t = 1,35, p > 0,05
Глюкоза крови, ммоль/л	4,45±0,53	4,54±0,65	t = 0,52, p = 0,60
Общий холестерин, ммоль/л	5,48*±1,24	6,14±1,01	t = 2,42, p = 0,02

* получено статистически значимое различие между группами

4. Обсуждение

Результаты анкетирования студентов-медиков выявили проблемы с образом жизни, такие как характер питания, низкая физическая активность и вредные привычки. Регулярное употребление большинством студентов-медиков продукции фастфуда, несмотря на осведомленность о вреде такой пищи для здоровья, является печальным фактом ([Mohammadbeigi et al., 2018](#)). Очевидно, что быстрота обслуживания, всеобщая распространенность подобных заведений, широкая реклама, и, безусловно, ценовой фактор, делают эту нездоровую пищу столь популярной в среде молодежи. В противовес этому факту, установлено недостаточное потребление овощей и фруктов в ежедневном рационе молодых людей. О проблеме низкой физической активности студенты-медики также признаются открыто. Во многом, они связывают этот фактор с загруженностью в учебе, недостатком времени на физические упражнения, усталостью после занятий и проч. Между тем, достаточно уделять около 30 минут ежедневного времени на прогулки или пробежки, или частично отказаться от использования общественного транспорта, например, после возвращения после занятий в университете. Сейчас у студентов есть также возможность посещать спортивные комплексы при университетах, включающие бассейн и тренажерные залы. Результаты оценки полученных данных по шкале FINDRISK показали, что около 20 % молодых людей находятся в зоне повышенного внимания в плане риска развития СД 2 типа. У 35 % отягощена наследственность по этому заболеванию. У 4 % уже были зарегистрированы повышенные уровни глюкозы крови при прохождении медосмотров. Этим молодым людям необходим особенно строгий контроль своего пищевого поведения и контроль массы тела, отказ от вредных привычек, повышение физической активности. У студентов-медиков мужского пола прослеживается негативная тенденция к раннему развитию АГ. Уровень САД юношей превышает таковое у девушек, кроме этого частота регистрации повышенного АД у них также выше. 3 % респондентов признались, что принимают антигипертензивные препараты. Избыток массы тела, как и гиперхолестеринемия чаще регистрировались также у юношей. В беседе со студентами был сделан акцент на том, что снижение массы тела позитивно сказывается как на нормализации АД, так и липидного спектра ([World Health Organization, 2017](#); [Дедов и др., 2018](#); [Wing et al., 2011](#)). Всем студентам с выявленными отклонениями были рекомендованы программы расширенного обследования и модификации образа жизни.

5. Заключение

Мировые тренды роста распространенности ожирения и СД 2 типа в XXI веке требуют мобилизации сил разных медицинских специалистов. Основная нагрузка ложится на плечи терапевтов, кардиологов и эндокринологов. Лечение этих заболеваний является глобальной проблемой по своей материальной затратности и масштабности, поэтому задачей специалистов новых поколений работать на их опережение. Информирование студентов-

медиков – завтрашних врачей о возможностях профилактики ожирения и сахарного диабета, и в тоже время работа над ошибками собственного образа жизни помогут подготовить компетентных специалистов, которые смогут дать грамотные советы по коррекции образа жизни своим будущим пациентам.

Литература

Асфандиярова и др., 2018 – Асфандиярова Н.С., Дашкевич О.В., Дорошина Н.В., Сучкова Е.И. Сахарный диабет 2 типа и множественные хронические заболевания. *Сахарный диабет*, 2018. 21(6): 455-461.

Дедов и др., 2018 – Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Шестакова М.В., Трошина Е.А., Мазурина Н.В., Шестакова Е.А., Яшков Ю.И., Неймарк А.Е. и др. Лечение морбидного ожирения у взрослых. *Ожирение и метаболизм*, 2018, 15(1): 53-70.

Мустафина и др., 2016 – Мустафина С.В., Рымар О.Д., Сазонова О.В., Щербакова Л.В., Воевода М.И. (2016). Валидизация финской шкалы риска «FINDRISC» на европеоидной популяции Сибири. *Сахарный диабет*, 2016, 19(2): 113-118.

Dedov et al., 2016 – Dedov I.I., Shestakova M.V., Benedetti M.M. et al. Prevalence of type 2 diabetes mellitus (T2DM) in the adult Russian population (NATION study). *Diabetes Res Clin Pract*, 2016, 115: 90-95.

Field et al., 2011 – Field A.E., Coakley E.H., Must A. et al. Impact of overweight on the risk of developing common chronic diseases during a 10-year period. *Arch. Intern. Med*, 2011, 61: 1581-1586.

Guo, Garvey, 2015 – Guo F., Garvey W.T. (2015). Development of a Weighted Cardiometabolic Disease Staging (CMDS) System for the Prediction of Future Diabetes. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2015, 100 (10), 3871-3877.

Mohammadbeigi et al., 2018 – Mohammadbeigi A., Asgarian A., Moshir E. et al. Fast food consumption and overweight/obesity prevalence in students and its association with general and abdominal obesity. *Journal of preventive medicine and hygiene*, 2018, 59(3), 236-240.

Welsh et al., 2005 – Welsh J.A., Cogswell M.E., Rogers S., Rockett H. Overweight among low-income preschool children associated with the consumption of sweet drinks: Missouri, 1999–2002. *Pediatrics*, 2005, 115: 223-229.

Wing et al., 2011 – Wing R.R., Lang W., Wadden T.A. et al. Benefits of modest weight loss in improving cardiovascular risk factors in overweight and obese individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2011. 34(7): 1481-1486.

Wong et al., 2015 – Wong E., Tanamas S.K., Wolfe R. et al. The role of obesity duration on the association between obesity and risk of physical disability. *Obesity (Silver Spring)*. 2015. 23: 443-447.

World Health Organization, 2017 – Obesity and overweight. Controlling the global obesity epidemic [Electronic resource]. URL: <http://www.who.int/nutrition/topics/obesity/en> (date of access: 20.09.2019).

References

Asfandiyarova i dr., 2018 – Asfandiyarova N.S., Dashkevich O.V., Doroshina N.V., Suchkova E.I. (2018). Sakharnyi diabet 2 tipa i mnozhestvennyye khronicheskije zabolovaniya [Type 2 diabetes and multiple chronic diseases]. *Sakharnyi diabet*. 21(6): 455-461. [in Russian]

Dedov et al., 2016 – Dedov I.I., Shestakova M.V., Benedetti M.M. et al. (2016). Prevalence of type 2 diabetes mellitus (T2DM) in the adult Russian population (NATION study). *Diabetes Res Clin Pract*, 115: 90-95.

Dedov i dr., 2018 – Dedov I.I., Mel'nichenko G.A., Shestakova M.V., Troshina E.A., Mazurina N.V., Shestakova E.A., Yashkov Yu.I., Neimark A.E. i dr. (2018). Lechenie morbidnogo ozhireniya u vzroslykh [Treatment of morbid obesity in adults]. *Ozhirenie i metabolism*. 15(1): 53-70. [in Russian]

Field et al., 2011 – Field A.E., Coakley E.H., Must A. et al. (2011). Impact of overweight on the risk of developing common chronic diseases during a 10-year period. *Arch. Intern. Med*, 61: 1581-1586.

Guo, Garvey, 2015 – Guo F., Garvey W.T. (2015). Development of a Weighted Cardiometabolic Disease Staging (CMDS) System for the Prediction of Future Diabetes. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 100 (10): 3871-3877.

Mohammadbeigi et al., 2018 – Mohammadbeigi A., Asgarian A., Moshir E. et al. (2018). Fast food consumption and overweight/obesity prevalence in students and its association with general and abdominal obesity. *Journal of preventive medicine and hygiene*, 59(3): 236-240.

Mustafina i dr., 2016 – Mustafina S.V., Rymar O.D., Sazonova O.V., Shcherbakova L.V., Voevoda M.I. (2016). Validizatsiya finskoi shkaly riska «FINDRISC» na evropeidnoi populyatsii Sibiri [Validation of the Finnish risk scale “FINDRISC” on the Caucasian European population of Siberia]. *Sakharnyi diabet.* 19(2): 113-118. [in Russian]

Welsh et al., 2005 – Welsh J.A., Cogswell M.E., Rogers S., Rockett H. (2005). Overweight among low-income preschool children associated with the consumption of sweet drinks: Missouri, 1999–2002. *Pediatrics*, 115: 223-229.

Wing et al., 2011 – Wing R.R., Lang W., Wadden T.A. et al. (2011). Benefits of modest weight loss in improving cardiovascular risk factors in overweight and obese individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 34(7): 1481-1486.

Wong et al., 2015 – Wong E., Tanamas S.K., Wolfe R. et al. (2015). The role of obesity duration on the association between obesity and risk of physical disability. *Obesity (Silver Spring)*. 23: 443-447.

World Health Organization, 2017 – Obesity and overweight. Controlling the global obesity epidemic [Electronic resource]. URL: <http://www.who.int/nutrition/topics/obesity/en> (date of access: 20.09.2019).

Кардиометаболические факторы риска у студентов-медиков: повод для тревоги

Виктория Алексеевна Сергеева ^{a,*}, Альбина Рафаиловна Акжигитова ^a,
Елена Александровна Конкина ^a

^a Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России, Российская Федерация

Аннотация. Парадигма здорового образа жизни – одно из обсуждаемых в последние десятилетия направлений в медицине. Число людей с ожирением и ассоциированными с ним заболеваниями растет в геометрической прогрессии. Вопросы профилактики избытка массы тела и правильного образа жизни остаются ключевыми в решении этой проблемы. В работе проведена комплексная оценка основных кардиометаболических факторов риска у будущих врачей – студентов-медиков. У обследованных лиц проведено измерение индекса массы тела, объема талии, уровня артериального давления, гликемии и общего холестерина крови. Полученные данные позволяют констатировать, что, несмотря на молодой возраст у многих студентов выявляется избыток массы тела, повышение артериального давления, гиперхолестеринемия, обусловленные характером питания, низкой физической активностью и вредными привычками. Для предотвращения последствий неправильного образа жизни необходим комплексный подход к каждому студенту с разработкой индивидуальной программы коррекции выявленных нарушений. Владеющие в полной мере информацией по этому вопросу студенты-медики смогут дать грамотные советы по коррекции образа жизни своим будущим пациентам.

Ключевые слова: студенты-медики, питание, ожирение, фастфуд, сахарный диабет, артериальная гипертензия, гиперлипидемия.

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: viktoriasergeeva@mail.ru (В.А. Сергеева)

Copyright © 2019 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
European Journal of Medicine. Series B
Has been issued since 2014.
E-ISSN: 2413-7464
2019, 6(1): 55-66

DOI: 10.13187/ejm.s.b.2019.1.55
www.ejournal27.com



The Development of Medical Services Based on the Use of Modern Technologies

Yuliya S. Zelinskaya ^{a, *}, Elena V. Bakalskaya ^a

^a Ulyanovsk State University, Russian Federation

Abstract

The article considers the role of modern technologies in medical care. Building on research papers, the authors analyze the growth of qualified medical care and outline the reasons for the use of technologies in medical institutions. The review of scientific articles about the impact of informatization and computerization in the healthcare sector helped to determine the targets for further development of medical technologies in the future. The creation and implementation of intelligent health monitoring systems in everyday life record the functional parameters of the patient and transmit them to the doctor, and likewise ensure the prevention of dangerous diseases. Despite the enormous researchers' controversy about the positive and negative effects of modern technologies, they permanently refine and improve the quality of medical services. The main "painful point" of increasing the technological effectiveness of the healthcare sector in Russia and abroad is the inconsistency between modern technologies and existing information systems. The unwillingness of market participants and the development features of the health care system can be an obstacle to the implementation of medical technologies in the Russian healthcare system. In general, the Russian market of medical services using modern technologies tends to grow, as administrative structures begin the process of legalization of medical technologies of different directions.

Keywords: telemedicine, robotics, artificial intelligence, computer technologies, innovation, 3D printing.

1. Введение

В настоящее время глобализация совместно с новыми технологиями существенно влияют на развитие сферы медицинских услуг. Прорывы в научно-технической и медицинской сферах повлияли на расширение возможностей решения задач социально-экономического развития, повышения качества и продолжительности жизни населения многих стран.

В последнее время развитие медицины характеризуется активным внедрением современных информационных и компьютерных технологий, автоматизированных систем сбора, обработки и анализа медицинской информации. В результате этого возникают новые сегменты здравоохранения как телемедицина и мобильное здравоохранение.

Актуальность темы исследования. Сфера медицинских услуг имеет огромный потенциал роста, так как увеличение продолжительности и улучшение качества жизни людей становятся значимыми для многих стран. Развитие сферы медицинских услуг на основе использования современных технологий является недостаточно изученной областью,

* Corresponding author

E-mail addresses: lady.zelinsckaya@yandex.com (Yu.S. Zelinskaya), bakelena@mail.ru (E.V. Bakalskaya)

так как экспертно-аналитическая работа концентрируется преимущественно на аспектах развития отдельных направлений в медицине.

Объект исследования: сфера медицинских услуг.

Предмет исследования: повышение уровня технологичности и инновационности сферы медицинских услуг на основе современных технологий.

Цель исследования: определение современных тенденций развития сферы медицинских услуг на основе современных технологий.

В соответствии с целью исследования поставлены и решены задачи: выявить предпосылки к применению современных технологий в сфере медицинских услуг; выявить изменения и тенденции развития сферы медицины в связи с применением современных технологий; обозначить перспективы развития сферы медицинских услуг на основе современных технологий; обозначить недостатки развития сферы медицинских услуг на основе современных технологий; определить возможные последствия применения современных технологий в медицине; дать рекомендации для развития сферы медицинских услуг на основе современных технологий.

2. Материалы и методы

Прикладные и фундаментальные исследования, положения и теоретические обобщения отечественных и иностранных авторов в области теории функционирования здравоохранения. Методология исследования основана на применении как общенаучных, так и специальных методов познания, таких как анализ, синтез, научная абстракция и т.д.

Практическая значимость. Проведенное исследование определило значение применения современных технологий в сфере медицинских услуг, что позволило обосновать повышение уровня технологичности и инновационности медицины для улучшения качества медицинской помощи и сокращения детской и взрослой заболеваемости и смертности. Доклиническая диагностика с помощью скрининговых и 3D-технологий позволит проводить профилактику и своевременное лечение таких серьезных заболеваний, как инфаркты и инсульты различной локализации, венозные тромбозы и тромбоемболии, и т.д. Телемедицина и мобильное здравоохранение помогут увеличить географию оказания медицинских услуг и сократить временные затраты.

3. Результаты

В последние десятилетия глобализация медицинских услуг породила новые модели потребления и производства медицинских услуг. В то время как значительная часть международной торговли услугами здравоохранения связана с физическим перемещением пациентов через границы для получения лечения, необходимо также принять во внимание другие аспекты, такие как медицинские услуги, предоставляемые дистанционно (диагностические услуги, предоставляемые врачом в одной стране пациенту в другой). Масштаб такой торговли остается небольшим, но прогресс в технологии означает, что эта область в медицине имеет тенденцию к быстрому росту.

В ходе исследования были установлены основные предпосылки к применению современных технологий в медицине: недоступность качественной медицинской помощи в отдалённых населённых пунктах; отсутствие возможности проведения доклинической диагностики заболеваний; большие временные затраты на оказание медицинских услуг и отсутствие единой электронной системы ведения врачебных записей.

Были проанализированы следующие технологии: информационные технологии; телемедицинские технологии; искусственный интеллект; мобильные технологии; робототехника; нанотехнологии; биотехнологии; лазерные технологии, 3D-печать, цифровые технологии, технология чат-бота, блокчейн-технологии.

Повышение технологичности и инновационности сферы медицины в мире и в России представляет собой комплексный процесс, который состоит из множества взаимосвязанных элементов. Существует несколько тенденций развития сферы медицинских услуг на основе современных технологий: активное внедрение продуктов интернета вещей (IoT-технологий) для решения различных задач; продвинутая аналитика с целью оптимизации деятельности клиники и основных бизнес-процессов предприятия; внедрение инновационных экспертных систем (Скрыль, Парамонов, 2017).



Рис. 1. Стадии внедрения современных технологий в медицину

НИИ РАМН и Минздравсоцразвития России ежегодно выделяют средства на разработку и внедрение в ЛПУ страны новые технологии лечения, диагностики, профилактики и реабилитации заболеваний. Медицинские технологии могут применяться на территории России только после выдачи разрешения на их применение на основании результатов соответствующих исследований, испытаний и экспертиз, которые подтверждают их эффективность и безопасность. Полный реестр новых медицинских технологий обновляется каждые три месяца на сайте Росздравнадзора.

Новой технологией, способной содействовать в решении проблем доступности высококвалифицированной медицинской помощи на отдаленных территориях, является телемедицина (ТМ). Всемирная организация здравоохранения определила телемедицину как «комплексное понятие для систем, услуг и деятельности в области здравоохранения, которые могут дистанционно передаваться средствами информационных и телекоммуникационных технологий в целях развития всемирного здравоохранения, контроля над распространением болезней, а также образования, управления и исследований в области медицины» (Тоцкая, Покровская, 2018).

Рынок телемедицинских технологий растёт темпами, значительно опережающими рост всей экономики в целом. Активно рынок телемедицинских технологий внедряется в сфере медицины США. По данным Американской телемедицинской ассоциации, в США было проведено 1,25 млн. консультаций за 2016 г.

В настоящее время более 250 телемедицинских проектов применяются в мировой практике, которые бывают клиническими, информационными, образовательными или аналитическими. Многие проекты являются многоцелевыми, а половина из них (48 %) связана с телеобразованием и телеобучением. В 23 % случаев телемедицина используется для медицинского обслуживания жителей удалённых и сельских районов. По географической распространённости проекты распадаются на: местные или локальные – 27 %, региональные – 40 %, общенациональные – 16 % и международные – 17 % (Тоцкая, Покровская, 2018).

Наиболее известными международными проектами являются: «Satellife» – проект ВОЗ для подготовки кадров и распространения медицинских знаний в развивающихся странах; «Planet Heres» – система глобальных научных телекоммуникаций, международной координации научных программ, научной экспертизы и т. д., предложенная ВОЗ. Основной тенденцией развития телемедицинских технологий сегодня является создание региональных телемедицинских сетей (Козлова, Тараскин, 2018).

На сегодняшний день рынок телемедицины в России только зарождается. Летом 2017 года был утвержден Федеральный закон № 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения

информационных технологий в сфере охраны здоровья (Кравчук, 2018). Лечить людей дистанционно разрешат медучреждениям и врачам, что получат специальные разрешения после регистрации в реестрах (больницам – в Федеральном реестре медицинских организаций Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения, а врачам – в Федеральном регистре медицинских работников Единой системы).

Согласно официальной статистике, в России функционирует около 4000 телемедицинских центров или кабинетов. Многие из них направлены на внутреннее потребление. Примерно 35 % пациентов России пользуются данными услугами. Также некоторые телемедицинские центры направлены на проведение онлайн-консультаций ведущих зарубежных докторов различного направления. Большинство иностранных врачей, участвующих в таких консультациях, работают и проживают в 3-х странах: Германии, Израиле и Японии (Козлова, Тараскин, 2018).

Перспективными направлениями являются телехирургия и дистанционное обследование. Телехирургия развивается в направлении проведения хирургических операций, основываясь на использовании дистанционно управляемой робототехники, внедрением смарт-технологий, новейших достижений информационных технологий и прикладных аспектов нанотехнологии (Козлова, Тараскин, 2018).

В сфере здравоохранения стали появляться стартапы и проекты, работающие с телемедицинскими технологиями. Они позволяют реализовать идеи, которые уже зачастую применяются в странах Западной Европы, Азии и Северной Америки. На данный момент их существует немного. Некоторые из них находятся либо на стадии разработки, либо на стадии реализации.

В настоящее время процессы информатизации затронули все сферы деятельности человека, в том числе и медицину. Современную медицину нельзя представить без информационных. Люди начинают полагаться на технику больше, чем на свои знания, что приводит к такой тройке явлений как чрезмерная диагностика, чрезмерное лечение и чрезмерное употребление лекарств (overdiagnosis, overtreatment and overuse). Они происходят в следствии ошибочного выявления бессимптомных аномалий, отклонений и патологий на основе обследования с помощью высокотехнологичного оборудования (МРТ, ЭКГ и т.д.) С каждым годом проблема чрезмерного диагностирования становится всё более опасной для населения (Харламова, 2018).



Рис. 2. Прогноз и текущее состояние разработок искусственного интеллекта в здравоохранении

Рынок медицинских информационных технологий в России развивается более 60 лет. По мнению Михаила Эльянова, президента Ассоциации развития медицинских информационных технологий, российский рынок ИТ в медицине имеет огромный потенциал роста, но проблема его отставания от других стран кроется в отсутствии единых стандартов и нормативов. К основным факторам, тормозящим рост этой сферы в стране, относятся невозможность отказа от ведения бумажной документации, отсутствие регламентаций статуса электронных документов и увеличение объема работы при использовании медицинской информационной системы (МИС) (Лазарева, 2017).

Медицинские информационные системы (МИС) представляют собой автоматизированные системы документооборота в лечебно-профилактических учреждениях, в которых собраны медицинские карты пациентов, система поддержки, электронные варианты медицинских исследований, данные мониторинга больных, административные данные и прочее (Харламова, 2018). МИС выступает в качестве основного связующего звена, позволяющего одновременно автоматизировать отдельные процессы внутри конкретного ЛПУ и объединить различные медицинские организации между собой в единый работоспособный информационный комплекс.

С развитием технологий в здравоохранении появляются новые медицинские и сопровождающие специальности. Эксперты ВОЗ считают, что к 2030 году многие люди займутся самолечением и профилактикой в связи с повсеместным внедрением новых медицинских технологий. Как считают исследователи, в ближайшие 15-20 лет медицина активно будет соединяться с биотехнологической отраслью в вопросах фармакологии и создания пересаживаемых тканей и органов. Станут появляться новые профессии, связанные с обслуживанием роботов-хирургов в сфере телехирургии, составлением маршрутов для медицинских дронов, программированием генома и т. д. (Степанова, 2018).

При патентовании медицины и медицинской техники, как правило, осуществляется выбор перспективных изобретений. К числу них относятся разработки в области сердечно-сосудистой хирургии, онкологии, иммунологии, медицины катастроф и т. д. Кроме того, значимыми являются изобретения, позволяющие осуществлять выявление патологического процесса еще на ранних стадиях его развития, что способствует снижению затрат на лечение, а в некоторых случаях позволяет исключить инвалидизацию (Степанова, 2018).

Для Российской Федерации характерно некоторое отставание от общемировых трендов в области информатизации здравоохранения, однако и у нас уже есть некоторый опыт использования приборов интернета вещей для медицинских целей, внедрения экспертных медицинских систем и стратегические планы на продвинутую Big Data аналитику. Конечно, пока что данные эксперименты носят локальный характер (Скрыль, Парамонов, 2017).

Технология применения чат-бота в медицинской практике также относится к процессу информатизации медицины. Информатизация направлена на разработку общего медицинского информационного пространства, которое дает возможность врачам общаться друг с другом, пользоваться архивами и библиотеками медицинских знаний и технологий и взаимодействовать с функционирующей аппаратурой прямо с рабочего места. В большей степени, эта технология формируется сейчас за рубежом. На данный момент существует уже множество чат-ботов для Slack или Telegram, которые решают самые разнообразные задачи. В России подразделение МТС разрабатывает платформы для создания чат-ботов и виртуальных ассистентов (Стефанова, Рахманова, 2018).

В настоящее время для решения возросшей проблемы врачебных ошибок в медицине стали применять искусственный интеллект (ИИ). Он представляет собой дополнительного помощника медицинских сотрудников. Искусственный интеллект открывает доступ к тысячам историй болезней, научной литературе по нужной тематике, проводит анализ похожих случаев, предлагает план лечения и обеспечивает индивидуальный подход на основании предыдущих историй болезней и сведений о генетических особенностях пациента (Харламова, 2018).

На современном этапе развития медицины искусственный интеллект не может заменить врача, он – лишь полезный инструмент в деле диагностики и лечения, но внедрение ИИ поможет сократить расходы на оказание медицинских услуг многим странам. Согласно анализу Accenture, применение на практике основных клинических приложений для лечения сердечно-сосудистых заболеваний может составить ежегодную экономию в размере 150 млрд. долл. для

экономики здравоохранения США к 2026 году. Кроме того, сфера применения ИИ в медицине является наиболее популярной для инвестиций. Страны, которые сейчас доминируют в области здравоохранения с использованием ИИ, – США (127 стартапов), Великобритания (18), Германия (5), остальные страны Европы (31) (Харламова, 2018).

Ведущие технологические компании принимают участие в разработках новых проектов по применению IT-технологий в медицине. Наиболее крупными проектами ИИ в медицине являются: «Google Deepmind Health» – проект компании Google по обработке сотен тысяч медицинских данных в течение нескольких минут для оказания более быстрой и более эффективной медицинской помощи. «The Baseline Study» – проект компании Verily Life Sciences, по сбору генетических данных. Проект также включает экспериментальные технологии по мониторингу заболеваний, включая цифровые контактные линзы, которые могут определять уровень сахара в крови пациента. «WatsonPaths» – проект компании IBM в сотрудничестве с Медицинским колледжем при Кливлендской клинике Лернера, который, как ожидается, поможет врачам быстрее принимать более точные решения. «Zephyr Health» – стартап Уильяма Кинга по выявлению лучших методов лечения и применению их на практике (Харламова, 2018).

К разработкам ИИ в медицине России присоединились крупные отечественные IT-гиганты (компания Мегафон создала сервис видеоконсультаций «МегаФон.Здоровье», МТС занимается разработкой медицинского сервиса с применением ИИ) (Харламова, 2018).

Роботизация медицины происходит в основном для облегчения процесса проведения операций. Она включает в себя разработку робототехники, которая предназначена для высокоточного проведения наиболее сложных операций: операции, проводимые на позвоночнике; удаление (частичное или полное) мочевого пузыря; восстановление митрального клапана; гидроконкатенация тканей головного мозга, гистерэктомия и желудочное шунтирование (Григорьева, Бабаева, 2017).

Нанотехнологии в медицине развиваются всё стремительнее, переходя из экспериментальной сферы в практическую. С помощью нанотехнологий в сфере наномедицины предполагают производить химическое воздействие на заболевание с помощью введения препаратов в организм для ускорения процесса выздоровления пациентов. Сейчас ведутся разработки нанороботов для лечения рака и контролем за уровнем облучения людей. Таких роботов называют ДНК-нанороботы и наногильзы. ДНК-нанороботы – это новая концепция доставки лекарств. Они работают по запрограммированной ДНК пациента (Багдасарова и др., 2018).

Биотехнологии сегодня стремительно развиваются и занимают ведущее место в изобретении новейших продуктов, которые активно используются населением. Знания в сфере данной отрасли широко применяются в медицине при производстве фармакологических препаратов. Последние разработки ученых позволили найти новейшие лекарства, которые позволяют преодолеть тяжелые заболевания.

Кроме тесной связи биотехнологий с фармацевтической отраслью, у неё есть и разработки в виде тест-систем, которые помогут с помощью капли крови узнать о всех заболеваниях, которые причиняют вред здоровью пациента. Если заболевания сердца или внутренних органов будут обнаружены на ранней стадии, то их можно успешно вылечить до перехода в хроническую фазу (Потапов, Головин, 2017).

В качестве одного из ключевых элементов устойчивого развития Российской Федерации следует рассматривать цифровизацию экономики, ориентированную на создание единого информационного пространства, способствующего ускорению интеграционных процессов страны и повышению ее конкурентоспособности на мировой арене (Гранкина, Гранкин, 2018).

В ближайшие несколько лет в России станут применять цифровую медицину (mHealth) совместно с AI, VR, Big Data и ML. Некоторые стартапы в цифровой медицине уже запущены. Наиболее перспективными стартапами в цифровой медицине являются: «DOC+» – первая российская мобильная клиника – стартап с использованием ML классифицирует пользователей, прогнозирует спрос и предложение, работает с аналитической базой, оценивает риски для хроников. NLP система распознает медицинские карты, а AI бот анализирует написанные текстом жалобы пациента и уточняет детали указанных симптомов, структурированно собирает анамнез жизни. Таким образом, создается удобная

система с пошаговым сопровождением в процессе оказания медицинской помощи. «VR MED» – стартап использует технологии VR для создания медицинского контента внутри запатентованных шлемов, которые лечат косоглазие и амблиопию, помогают восстановиться после различных поражений мозга и применяются в реабилитации. «Youth Laboratories» – стартап с помощью ИИ и computer vision ищет биомаркеры заболеваний и оценивает физическое состояние человека по изображениям и видео (Гранкина, Гранкин, 2018).

В последнее время цифровая медицина становится очень популярной. Цифровое здравоохранение привлекает большое количество инвестиций. В мире активно ведется строительство цифровых больниц – кардинально нового типа медицинского учреждения. Такие технологии здравоохранения уже существуют в больнице Asklepios Barmbek в Гамбурге, Германия, и «золотом» госпитале Humber River Hospital в пригороде Торонто, Канада арена (Гранкина, Гранкин, 2018).

Основной целью при создании цифровой больницы было создание медицинского комплекса, максимально ориентированного на пользователей и пациентов. Большое значение в проекте имеют цифровые технологии. Госпиталь оснащен автоматизированной системой Information and Communication Technology (ICT). Она позволяет работать с информацией, передающейся по телекоммуникационным каналам, через компьютеры, аудио-визуальные системы, а также специализированные устройства (Гиль, Грин, 2018).

На практике наблюдается тенденция, в соответствии с которой компании, которые создают цифровые технологии ориентированы, в первую очередь, на максимизацию прибыли, а не на реальные потребности медицинских учреждений. По данным Ассоциации развития медицинских информационных технологий в 2017 году в России функционировали 509 компьютерных систем, которые создавались 191 разработчиком программного обеспечения (91 % разработчиков являлись коммерческими структурами) (Гиль, Грин, 2018).

Исследования биополимерных материалов является одной ведущих тем исследования в медицине. Все больше специалистов применяют биополимерный материал в нейрохирургии, ортопедии и стоматологии. Биополимер используется для изготовления имплантатов в следующих областях: стоматологические имплантаты, имплантаты для позвоночника, имплантаты-заменители суставов, кардиоваскулярные имплантаты, имплантаты для нейрохирургии, клапаны и микро-насосы для сердечно-сосудистой хирургии (Гиль, Грин, 2018).

Множество биологических молекул можно использовать в качестве лекарственных препаратов или средств их доставки к биологическим мишеням – определенным молекулам в составе клеток или их оболочек. В силу своей совместимости с тканями человека и способности распадаться после выполнения своих функций биологические молекулы обладают существенным преимуществом перед разработанными в доботехнологическую эру медицинскими материалами и средствами доставки препаратов (Гиль, Грин, 2018).

Широкое распространение в медицине интегрированных систем на базе современных цифровых учетных технологий (блокчейн) позволит оптимально реализовать базовые принципы организации медицинских учетных систем: непосредственное участие заинтересованных лиц в процессе; неизменность сделанных записей и максимально возможный оперативный доступ к полученным результатам; операции прозрачны и могут быть проверены всеми участниками системы; отсутствует главный сервер хранения данных; надежная, защищенная от взлома система (Цыпкин и др., 2018).

Общедоступность подобных информационных решений может быть достигнута путем использования мобильных приложений, современное развитие которых позволяет однозначно идентифицировать каждого пользователя, использовать процедуру электронной подписи, что значительно упрощает процедуры получения и анализа запрашиваемой информации (Цыпкин и др., 2018).

В последние десятилетия значительно возросла важность аддитивных технологий, которые представляют собой технологии трёхмерной печати. Аддитивное производство (АП) применяется в ортопедии, нейрохирургии, челюстно-лицевой хирургии, кардиохирургии и других дисциплинах. АП стало ключом к быстрому развитию биопроизводства (Котельников, 2017). АП стало в последние годы гибкой и мощной

технологией производства в сфере здравоохранения. Технология АП позволяет спроектировать практически любой тип микроархитектуры для получения набора требуемых физических, механических и биологических параметров (Васкес, 2017).

3D-печать станет неотъемлемой частью будущей больницы, 3D-сканеры смогут заменить устройства рентгена, увеличив возможности этой процедуры. Развитие 3D-сканеров и 3D-принтеров требует появления дополнительных специалистов, которые смогут эффективно оперировать современными технологиями. В медицинских учреждениях большинство направлений будут переживать процесс модернизации ввиду дополнительных возможностей, которые предоставляет технология 3D (Васкес, 2017).

3D-технологии позволяют полностью исключить ручной труд и необходимость делать чертежи и расчёты на бумаге — программа позволяет увидеть модель во всех ракурсах уже на экране, а также устранить выявленные недостатки не в процессе создания, как это бывает при ручном изготовлении, а непосредственно при разработке, и создать модель за несколько часов (Жорова, 2018).

С начала этого века в медицине всё активнее используются технологии быстрого прототипирования, среди которых видное место занимает лазерная стереолитография, которая позволяет добиться низкой шероховатости поверхности, высокого уровня детализации и наивысшей точности построения модели. С помощью лазерной стереолитографии возможно получение пластиковых копий костных структур пациента (Малов, 2018). За последние полвека лазеры нашли применение в офтальмологии, онкологии, стоматологии, хирургии и многих других областях медицины и медико-биологических исследований (Бендеберина, 2017).

Мобильные устройства и беспроводные технологии применяются в сфере медицинских услуг во многих странах мира. Применение мобильных технологий помогает людям самостоятельно следить за своим здоровьем. Начинаются разрабатываться мобильные приложения, которые позволяют определить остроту зрения и выдать рецепт на очки, снять ЭКГ, измерить артериальное давление и даже проверить купленные в аптеке лекарства на предмет их подлинности (Харламова, 2018).

Молекулярно-диагностические технологии являются одним из направлений мобильного здравоохранения. Чрезвычайно перспективными являются гибридные устройства на основе микрофлюидных технологий, мобильные приборы для мониторинга сахарного диабета и применения в иммуноанализе, микроскопия в диагностике онкологических заболеваний. Амплификационные технологии используются в диагностике инфекционных и паразитарных заболеваний (Щербо и др., 2017).

В ходе проведённого исследования было выяснено, что результаты внедрения современных технологий в сфере здравоохранения до сих пор являются спорным вопросом среди специалистов. Многие из них сомневаются в острой необходимости внедрения технологий в медицинскую деятельность столь быстрыми темпами, так как существует необходимость решения ряда проблем, которые мешают процессу повышения технологичности и медицинской сферы в целом: недостаточный объём финансирования; отсутствие единой нормативной базы; недостаточный уровень оснащения на местах; отсутствие единых темпов развития и необходимость в единых подходах к разработке технических проектов медицинских организаций.

Таким образом, рекомендуется для дальнейшего использования технологий в здравоохранении: решить ряд ключевых проблем внедрения технологий в сфере медицины, которые тормозят дальнейшее развитие; оказать помощь в интеграции медицинских учреждений; контролировать сокращение объёмов государственной медицинской помощи.

4. Заключение

В последнее время идёт интенсивное внедрение и использование современных технологий в сфере медицины. Современный уровень развития медицины уже характеризуется наукоемкостью и высокотехнологичностью, что требует подготовленных концептуально и технически квалифицированных специалистов, способных решать задачи инновационного развития и распространения новых технологий. Прогрессу способствуют новейшие открытия в области молекулярной биологии, генетики и геномной инженерии, фармакологии, и самое главное, компьютерных технологий. Именно они реализуются в

новых диагностических и лечебных методиках, а также становятся толчком к обучению новых специалистов.

Несмотря на огромные противоречия научных сотрудников по поводу пользы и отрицательного эффекта современных технологий в области медицины, они постоянно совершенствуются и, тем самым, повышают качество медицинского обслуживания. Некоторые технологии являются жизненно важными для пациентов с определёнными видами заболеваний. Например, препараты и нанороботы для борьбы с раковыми клетками могут спасти большое количество пациентов на ранних стадиях онкологии.

В целом российский рынок медицинских услуг с использованием современных технологий имеет тенденцию к росту, так как заграничные медицинские компании считают здравоохранение привлекательной отраслью для прямых иностранных инвестиций, а административные структуры начинают процесс легализации медицинских технологий разной направленности.

Подводя итог проведенному исследованию, можно сказать, что информационные технологии в медицине выступают как ключевое условие высокого качества и успешности оказываемых медицинских услуг. Усиление инновационной активности в сфере здравоохранения вызывает необходимость определенных изменений в принципах правовой защиты права собственности на информационные технологии и приоритет их использования в той или иной сфере медицины.

Цели и задачи в ходе работы достигнуты.

Литература

Багдасарова и др., 2018 – Багдасарова Э.С., Саидов С.А., Базарбаева С.М. Современные инновационные технологии в медицине // International scientific and practical conference world science. 2018. Т. 5. № 6 (34). Дубай: Rost. С. 38-41.

Бендеберина, 2017 – Бендеберина Д.В., Мироманова И.Р., Носаева Т.А. Современное использование лазерных технологий в медицине // *Современные тенденции в науке и образовании*. 2017. София: СОРОС. С. 12-16.

Васкес, 2017 – Васкес Г.Д. Использование технологии 3D-печати в медицине // *Достижения науки и образования*. 2017. № 1 (14). Иваново: Олимп. С. 42-44.

Гиль, Грин, 2018 – Гиль А.Ю., Грин И.Ю. Новые стандарты в системе здравоохранения: цифровая больница будущего // *Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ*. 2018. Т. 2. Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет. С. 30-36.

Гранкина, Гранкин, 2018 – Гранкина А.А., Гранкин А.Г. Тенденции развития цифрового здравоохранения в российской федерации // *Проблемы развития предприятий: теория и практика*. 2018. № 1. Самара: Самарский государственный экономический университет. С. 70-75.

Григорьева, Бабаева, 2017 – Григорьева Е.В., Бабаева А.А. Современные технологии в медицине // *Новая наука: техника и технологии*. 2017. № 1. Уфа: Агентство международных исследований. С. 40-43.

Жорова, 2018 – Жорова А.А. Возможности существующих технологий 3D-печати в медицине // *Смоленский медицинский альманах*. 2018. № 1. Смоленск: Смоленский государственный медицинский университет. С. 106-109.

Козлова, Тараскин, 2018 – Козлова А.С., Тараскин Д.С. Тенденции развития телемедицины и ее влияние на страховой рынок России // *Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета*. 2018. № 2 (71). Саратов: Саратовский социально-экономический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова». С. 144-148.

Котельников, 2017 – Котельников Г. П., Колсанов А. В., Николаенко А. Н. и др. Применение 3D-моделирования и аддитивных технологий в персонализированной медицине // *Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи*. 2017. № 1. М.: Фармарус Принт Медиа. С. 20-26.

Кравчук, 2018 – Кравчук Е.В., Дмитренко Л.Б., Косенкова Т.В. и др. Особенности медицинской помощи, оказываемой с применением телемедицинских технологий в

Российской Федерации // *Многопрофильный стационар*. 2018. Т. 5. № 2. Воронеж: Воронежская городская клиническая больница скорой медицинской помощи № 10. С. 89-91.

[Лазарева и др., 2017](#) – Лазарева Л.А., Рухлядев В.В., Борчанинова Ю.В. Использование информационных технологий в деятельности приемного отделения многопрофильной медицинской организации // *Успехи современной науки и образования*. 2017. Т. 1. № 1. Самара: Самарская городская клиническая больница №1 им. Н.И. Пирогова. С. 16-18.

[Малов, 2018](#) – Малов И.Е. Современные лазерные технологии в медицине // *Медицинские технологии. Оценка и выбор*. 2018. № 4 (30). М.: Гелиос. С. 84-90.

[Потапов, Головин, 2017](#) – Потапов М.Г., Головин А.А. Внедрение современных технологий в российскую медицину // *Инновационные технологии в современных научных исследованиях: экономические, социальные, философские, политические, правовые, общенаучные тенденции*. 2017. Энгельс: Академия управления. С. 68-70.

[Скрыль, Парамонов, 2017](#) – Скрыль Т.В., Парамонов А.С. Цифровая трансформация сферы здравоохранения: российская и зарубежная специфика // *Карельский научный журнал*. 2017. Т. 6. № 3 (20). Петрозаводск: Некоммерческое Партнерство Институт направленного образования. С. 137-140.

[Степанова, 2018](#) – Степанова А.А., Зимина Л.В. Современные тенденции развития информационных систем и технологий в здравоохранении // *Экосистема цифровой экономики: проблемы, реалии и перспективы*. 2018. Орёл: Орловский государственный университет экономики и торговли. С. 189-194.

[Стефанова, Рахманова, 2018](#) – Стефанова Н.А., Рахманова Т.Э. Применение технологии чат-бота в современной медицине // *Актуальные вопросы современной экономики в глобальном мире*. 2018. № 8. Махачкала: Некоммерческое партнерство «Дагестанский территориальный институт профессиональных бухгалтеров». С. 256-258.

[Тоцкая, Покровская, 2018](#) – Тоцкая Е.Г., Покровская О.Б. Телемедицина как механизм обеспечения доступности высокотехнологичных медицинских услуг и инновационных технологий в здравоохранении // *Врач скорой помощи*. 2018. № 6. М.: Издательский дом «Панорама». С. 71-77.

[Харламова, 2018](#) – Харламова Е.С. Влияние информационных технологий на развитие медицины // *Информационно-технологический вестник*. 2018. № (17). Королёв: Технологический университет. С. 116-126.

[Цыпкин и др., 2018](#) – Цыпкин Ю.А., Гридин Л.А., Кудряшов Ю.Н. Применение блокчейн-технологий способно качественно улучшить медицинское обслуживание населения России // *Московский экономический журнал*. 2018. № 3.

[Щербо и др., 2017](#) – Щербо С.Н., Щербо Д.С., Кралин М.Ю. Медицина 5П: молекулярно-диагностические технологии мобильного здравоохранения // *Медицинский алфавит*. 2017. Т. 4. № 28 (325). Москва: Альфмед. С. 5-11.

References

[Bagdasarova i dr., 2018](#) – Bagdasarova E.S., Saidov S.A., Bazarbaeva S.M. (2018). Sovremennye innovatsionnye tekhnologii v meditsine [Modern innovative technologies in medicine]. *International scientific and practical conference world science*. Т. 5. № 6 (34). Dubai: Rost. Pp. 38-41. [in Russian]

[Bendeberina, 2017](#) – Bendeberina D.V., Miromanova I.R., Nosaeva T.A. (2017). Sovremennoe ispol'zovanie lazernykh tekhnologii v meditsine [The modern use of laser technology in medicine]. *Sovremennye tendentsii v nauke i obrazovanii*. 2Sofiya: SORoS. Pp. 12-16. [in Russian]

[Gil', Grin, 2018](#) – Gil' A.Yu., Grin I.Yu. (2018). Novye standarty v sisteme zdravookhraneniya: tsifrovaya bol'nitsa budushchego [New standards in the healthcare system: the digital hospital of the future]. *Novye idei novogo veka: materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii FAD TOGU*. 2018. Т. 2. Khabarovsk: Tikhookeanskii gosudarstvennyi universitet. Pp. 30-36. [in Russian]

[Grankina, Grankin, 2018](#) – Grankina A.A., Grankin A.G. (2018). Tendentsii razvitiya tsifrovogo zdravookhraneniya v rossiiskoi federatsii [Digital Health Development Trends in the Russian Federation]. *Problemy razvitiya predpriyatii: teoriya i praktika*. № 1. Samara: Samarskii gosudarstvennyi ekonomicheskii universitet. Pp. 70-75. [in Russian]

Grigor'eva, Babaeva, 2017 – Grigor'eva E.V., Babaeva A.A. (2017). Sovremennye tekhnologii v meditsine [Modern technologies in medicine]. Novaya nauka: tekhnika i tekhnologii. № 1. Ufa: Agentstvo mezhdunarodnykh issledovaniy. Pp. 40-43. [in Russian]

Kharlamova, 2018 – Kharlamova E.S. (2018). Vliyanie informatsionnykh tekhnologii na razvitiye meditsiny [The influence of information technology on the development of medicine]. *Informatsionno–tekhnologicheskii vestnik*. № (17). Korolev: Tekhnologicheskii universitet. Pp. 116-126. [in Russian]

Kotel'nikov, 2017 – Kotel'nikov G.P., Kolsanov A.V., Nikolaenko A.N. i dr. (2017). Primenenie 3D–modelirovaniya i additivnykh tekhnologii v personalizirovannoi meditsine [Application of 3D-modeling and additive technologies in personalized medicine]. Sarkomy kostei, myagkikh tkanei i opukholi kozhi. № 1. M.: Farmarus Print Media. Pp. 20-26. [in Russian]

Kozlova, Taraskin, 2018 – Kozlova A.S., Taraskin D.S. (2018). Tendentsii razvitiya telemeditsiny i ee vliyanie na strakhovoi rynek Rossii [Telemedicine development trends and its impact on the Russian insurance market]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta*. № 2 (71). Saratov: Saratovskii sotsial'no-ekonomicheskii institut (filial) federal'nogo gosudarstvennogo byudzhnogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego obrazovaniya «Rossiiskii ekonomicheskii universitet im. G.V. Plekhanova». Pp. 144-148. [in Russian]

Kravchuk, 2018 – Kravchuk E.V., Dmitrenko L.B., Kosenkova T.V. i dr. (2018). Osobennosti meditsinskoj pomoshchi, okazyvaemoi s primeneniem telemeditsinskikh tekhnologii v Rossiiskoi Federatsii [Features of medical care provided using telemedicine technologies in the Russian Federation]. *Mnogoprofil'nyi statsionar*. T. 5. № 2. Voronezh: Voronezhskaya gorodskaya klinicheskaya bol'nitsa skoroi meditsinskoj pomoshchi № 10. Pp. 89-91. [in Russian]

Lazareva i dr., 2017 – Lazareva L.A., Rukhlyadev V.V., Borchaninova Yu.V. (2017). Ispol'zovanie informatsionnykh tekhnologii v deyatel'nosti priemnogo otdeleniya mnogoprofil'noi meditsinskoj organizatsii [The use of information technology in the activities of the admission department of a multidisciplinary medical organization]. *Uspekhi sovremennoi nauki i obrazovaniya*. 2017. T. 1. № 1. Samara: Samarskaya gorodskaya klinicheskaya bol'nitsa №1 im. N.I. Pirogova. Pp. 16-18. [in Russian]

Malov, 2018 – Malov I.E. (2018). Sovremennye lazernye tekhnologii v meditsine [Modern laser technologies in medicine]. *Meditsinskie tekhnologii. Otsenka i vybor*. № 4 (30). M.: Gelios. Pp. 84-90. [in Russian]

Potapov, Golovin, 2017 – Potapov M.G., Golovin A.A. (2017). Vnedrenie sovremennykh tekhnologii v rossiiskuyu meditsinu [The introduction of modern technologies in Russian medicine]. *Innovatsionnye tekhnologii v sovremennykh nauchnykh issledovaniyakh: ekonomicheskie, sotsial'nye, filosofskie, politicheskie, pravovye, obshchenauchnye tendentsii*. Engel's: Akademiya upravleniya. Pp. 68-70. [in Russian]

Shcherbo i dr., 2017 – Shcherbo S.N., Shcherbo D.S., Kralin M.Yu. (2017). Meditsina 5P: molekulyarno–diagnosticheskie tekhnologii mobil'nogo zdravookhraneniya [Medicine 5P: molecular diagnostic technologies of mobile healthcare]. *Meditsinskii alfavit*. T. 4. № 28 (325). Moskva: Al'fmed. Pp. 5-11. [in Russian]

Skryl', Paramonov, 2017 – Skryl' T.V., Paramonov A.S. (2017). Tsifrovaya transformatsiya sfery zdravookhraneniya: rossiiskaya i zarubezhnaya spetsifika [Digital transformation of healthcare: russian and foreign specifics]. *Karel'skii nauchnyi zhurnal*. T. 6. № 3 (20). Petrozavodsk: Nekommercheskoe Partnerstvo Institut napravlennogo obrazovaniya. Pp. 137-140. [in Russian]

Stefanova, Rakhmanova, 2018 – Stefanova N.A., Rakhmanova T.E. (2018). Primenenie tekhnologii chat–bota v sovremennoi meditsine [The use of chat bot technology in modern medicine]. *Aktual'nye voprosy sovremennoi ekonomiki v global'nom mire*. № 8. Makhachkala: Nekommercheskoe partnerstvo «Dagestanskii territorial'nyi institut professional'nykh bukhgalterov». Pp. 256-258. [in Russian]

Stepanova, 2018 – Stepanova A.A., Zimina L.V. (2018). Sovremennye tendentsii razvitiya informatsionnykh sistem i tekhnologii v zdravookhraneni [Modern trends in the development of information systems and technologies in healthcare]. *Ekosistema tsifrovoi ekonomiki: problemy, realii i perspektivy*. 2018. Orel: Orlovskii gosudarstvennyi universitet ekonomiki i tovgovli. Pp. 189-194. [in Russian]

Totskaya, Pokrovskaya, 2018 – *Totskaya E.G., Pokrovskaya O.B.* (2018). Telemeditsina kak mekhanizm obespecheniya dostupnosti vysokotekhnologichnykh meditsinskikh uslug i innovatsionnykh tekhnologii v zdravookhraneniі [Telemedicine as a mechanism for ensuring the availability of high-tech medical services and innovative technologies in healthcare]. *Vrach skoroi pomoshchi*. № 6. M.: Izdatel'skii dom «Panorama». Pp. 71-77. [in Russian]

Tsyarkin i dr., 2018 – *Tsyarkin Yu.A., Gridin L.A., Kudryashov Yu.N.* (2018). Primenenie blokchein–tekhnologii sposobno kachestvenno uluchshit' meditsinskoe obsluzhivanie naseleniya Rossii [The use of blockchain technologies can qualitatively improve the medical care of the population of Russia]. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal*. № 3. [in Russian]

Vaskes, 2017 – *Vaskes G.D.* (2017). Ispol'zovanie tekhnologii 3D–pechati v meditsine [Using 3D printing technology in medicine]. *Dostizheniya nauki i obrazovaniya*. № 1 (14). Ivanovo: Olimp. Pp. 42-44. [in Russian]

Zhorova, 2018 – *Zhorova A.A.* (2018). Vozmozhnosti sushchestvuyushchikh tekhnologii 3D–pechati v meditsine [Possibilities of existing 3D printing technologies in medicine]. *Smolenskii meditsinskii al'manakh*. № 1. Smolensk: Smolenskii gosudarstvennyi meditsinskii universitet. Pp. 106-109. [in Russian]

Развитие сферы медицинских услуг на основе использования современных технологий

Юлия Сергеевна Зелинская ^{a, *}, Елена Викторовна Бакальская ^a

^aУльяновский государственный университет, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается роль современных технологий в сфере медицинской помощи. На основе научных работ авторы проводят анализ роста квалифицированной медицинской помощи и выделяют причины применения технологий в медицинских учреждениях. Проведенный обзор научных статей о влиянии информатизации и компьютеризации на сферу здравоохранения позволил определить ряд направлений дальнейшего развития медицинских технологий в будущем. Создание и внедрение в повседневную жизнь интеллектуальных систем мониторинга здоровья помогут не только регистрировать функциональные параметры больного и передавать их врачу, но и обеспечить предупреждение опасных заболеваний. Несмотря на огромные противоречия научных сотрудников по поводу положительного и отрицательного эффектов современных технологий в области медицины, они постоянно совершенствуются и, тем самым, повышают качество медицинского обслуживания. Некоторые технологии являются жизненно важными для пациентов с определёнными видами заболеваний. В качестве главной "болевой точки" повышения технологической эффективности сферы здравоохранения в России и за рубежом является несоответствие современных технологий существующим информационным системам. Неготовность участников рынка и особенности развития системы здравоохранения могут стать тормозом на пути внедрения информационных технологий в систему здравоохранения России. В целом российский рынок медицинских услуг с использованием современных технологий имеет тенденцию к росту, так как административные структуры начинают процесс легализации медицинских технологий разной направленности.

Ключевые слова: телемедицина, робототехника, искусственный интеллект, информационные технологии, инновационный процесс, 3D-печать.

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: lady.zelinskaya@yandex.com (Ю.С. Зелинская), bakelena@mail.ru (Е.В.Бакальская)