

Bibliography (transliterated): 1. Beverley E. Hashimoto. Practical Digital Mammography, New York, Stuttgart: Thieme, 2008. 207. 2. Zabolotskaja N. V., Zabolotskij V. S. Kompleksnoe ul'trozvukovoe issledovanie molochnyh zhelez . Sonoace International Russkaja versija. 2000. 6. 86-92. 3. Berezin S. A. [i dr.] Mesto ul'trazvukovogo issledovanija v kompleksnom instrumental'nom obsledovanii molochnyh zhelez. Sovremennaja lučevaja diagnostika i lučevaja terapija. Materialy nauchno-praktičeskoj konferencii, posvjashhennoj pamjati professora B. K. Sharova, 31 oktjabrja 1997 g. Cheljabinsk, 1997. 13-15. 4. Urban M. W., Alizad A., Aquino W., W Greenleaf W., FatemiCurr M. A. Review of Vibro-acoustography and its Applications in Medicine. Med. Imaging Rev. Author manuscript. 2012. 5. Sonoelastographic imaging of interference patterns for estimation of the shear velocity of homogeneous biomaterials Phis. Med. Biol. 49. 911-922. 2004. 6. Homenko E. V. Rentgenovskij mammograficheskiy cifrovoj kompleks MADIS. Vestnik rentgenlaborantov i rentgentehnologov. No. 4 (10). 2006. 7-9. 7. Vejp Ju. A. Mazurov A. I. Sravnitel'nyj analiz tehnologii postroenija cifrovych detektorov rentgenovskih izobrazhenij. Medicinskaja tehnika. 2008. No. 5 (521). 8. A. V. Kipenskiy, E. I. Korol', R. S. Tomashevskij, E. Ju. Demidova Ispol'zovanie informacionno-kommunikacionnyh tehnologij v biotelemetrii. Tezi dopovidej XH Mizhnarodnoï naukovopraktičnoï konferencii «Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja». Kharkiv: NTU «HPI». 2012. Ch. IV. 215-216. 9. K. V. Kolesnik, M. A. Shishkin, A. V. Kipenskiy, E. I. Sokol. Osobennosti primenenija GSM/GPRS -svjazi v telemedicinskom skrininge. Trudy HV mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii «Sovremennye informacionnye i jelektronnye tehnologii». Odessa. 2014. V.1. 199-200. 10. Marusenko A. I. Kostyrev S. Ju. Ul'trazvukovye komplekсы ULTIMA v sostave mammograficheskogo kabineta. Medtehnika. Lekarstva. Izdelija mednaznachenija. 2007. No. 2 (12). 11. Osipov L. V. Tehnologii jelastografii v ul'trazvukovoj diagnostike. Obzor. Medicinskij alfavit. Diagno-sticheskaja radiologija i onkoterapija. 2013. No. 3-4. 5-21. 12. Rozhkova N. I. i dr. Sonojelastografija v diagnostike zlokachestvennyh i dobrokachestvennyh zabelevanij molochnyh zhelez. Vestnik Rossijskoj Asociacii Radiologov. 2009. No 1. 19-23.

Надійшла (received) 05.07.2014

УДК 654.9:615.8

М. А. ШИШКИН, канд.техн. наук, доц., НТУ «ХПИ»;

К. В. КОЛЕСНИК, канд.техн. наук, НТУ «ХПИ»;

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ СЖАТИЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ЗАДАЧ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ

Представлена сравнительная оценка различных методов сжатия биометрических сигналов, таких как ЭКГ, ЭЭГ и им подобных для задач передачи телемедицинской информации в условиях ограниченной пропускной способности каналов связи. Проведен сравнительный анализ методов сжатия телеметрической информации, таких как: дискретное косинусное преобразование первого и второго типов, дискретное синусное преобразование, быстрое преобразование Фурье и Вейвлет преобразование, и даны рекомендации по эффективности их применения для задач обработки биометрических сигналов.

Ключевые слова: телемедицина, передача данных, методы сжатия биологических сигналов, Вейвлет-преобразование.

Введение. Сегодняшняя трактовка понятия телемедицины звучит как направление медицины, основанное на использовании компьютерных и

© М. А. ШИШКИН, К. В. КОЛЕСНИК, 2014

телекоммуникационных технологий для обмена медицинской информацией между специалистами с целью повышения качества диагностики и лечения конкретных пациентов. Современный телемедицинский комплекс представляет собой АРМ на базе вычислительного процессора, предназначенный для сбора, обработки и передачи информации биомедицинского характера в системе мониторинга состояния пациентов. Одним из перспективных направлений в создании современных телемедицинских комплексов для семейной медицины, имеющих невысокую стоимость при достаточной мобильности применения, является использование GSM/GPRS канала для передачи биомедицинской информации. При этом для обеспечения требуемой информативности радиотехнических каналов связи необходимо обеспечить передачу сигналов со скоростью обмена по протоколам IP 306 кбит/сек - 2 мбит/сек. Ориентировочные требования по пропускной способности каналов связи для этого случая представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Требования по пропускной способности каналов связи

Требуемая скорость передачи, Кбит/с	Необходимая пропускная способность канала связи, Кбит/с
256	306
384	460
512	612
768	921
1024	1224
2048	2448

Если вопросы первичной обработки, усиления и оцифровки биопотенциалов рассмотрены в литературе достаточно широко [3. 4], то вопросы, связанные с проблемами эффективной фильтрации и компрессии различных биологических сигналов для обеспечения качественной передачи их по телекоммуникационным сетям, в частности, GSM, до сих пор не имеют однозначного решения.

При разработке телемедицинского комплекса на базе GSM-контроллера достаточно актуальной стала задача выбора необходимого алгоритма преобразования сложных сигналов, типа сигнала ЭКГ, с целью наиболее эффективного использования ограниченного по пропускной способности GSM/GPRS канала [1, 2].

Целью данной работы является сравнительная оценка эффективности наиболее часто используемых методов преобразования и сжатия ЭКГ сигналов.

Основные методы сжатия биометрических сигналов. Основные методы сжатия, используемые в телемедицине, по используемым принципам преобразования сигналов, можно разделить на три категории.

1) Прямые методы во временной области. Это ранние методы сжатия медико-биологических сигналов, которые включали такие, как AZTEC [5], CORTES [6] и FAN-алгоритмы. Они основаны на эвристике в процессе отбора проб, но все они страдают от квазиоптимальности. Кроме того, они очень чувствительны к частоте дискретизации, уровню квантования и уровню высокочастотных помех.

2) Методы параметрического извлечения. К ним относятся методы прогнозирования и векторного квантования (VQ) [7]. В этих методах перед выполнением передачи сигналов, анализируются и вычисляются их характерные участки и экстремумы. Затем, реконструкция выполняется с использованием соответствующих интерполяционных схем. Но, как показывает моделирование, критическими зонами для таких методов являются области с низкой амплитудой и могут быть потеряны, хотя довольно часто имеют важное клиническое значение. Например, провалы в Q и S областях и зона PQ.

3) Методы, основанные на различных типах преобразований. Данные методы преобразуют исходный сигнал в частотные компоненты. Исходный сигнал разделяется на блоки данных и затем сохраняется в частотной области в виде вектора.

Таким образом, записи в векторе являются декоррелированными, что помогает сохранить только полезную информацию. Главным преимуществом данных методов является уменьшение количества операций сложения и умножения с помощью свойства симметрии волновых форм. Методы на основе различных типов преобразований обеспечивают более высокие результаты кодирования, по сравнению с методами во временной области и методами параметрического извлечения.

Параметры оценки методов сжатия биометрических сигналов. Производительность различных методов сжатия биологических сигналов осуществлялась на основе следующих параметров: степень сжатия (CR) и процент среднеквадратичного отклонения (PRD).

Степень сжатия определяется как отношение размера сжатых данных к исходным:

$$CR = \frac{S_{compr}}{S_{source}}. \quad (1)$$

Процент среднеквадратичного отклонения является наиболее часто используемым параметром, характеризующим степень искажения сигнала.

$$PRD = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^L [x(n) - x'(n)]^2}{\sum_{n=1}^L x(n)^2}} \times 100, \quad (2)$$

где $x(n)$ –исходный сигнал, $x'(n)$ -восстановленный сигнал, L-длина блока выборок.

Результаты исследований. Для проверки производительности методов сжатия, использовалась стандартная ЭКГ. Частота дискретизации при оцифровке сигнала составляла 500 Гц. Результаты сжатия приведены на рис. 1-5.

В каждом рисунке первый эпюр является исходной ЭКГ, второй – восстановленной после сжатия ЭКГ, третий – ошибка восстановления. Ошибка восстановления измерялась путем вычисления разности между величиной выборки исходной ЭКГ и восстановленного сигнала.

В отличие от классического дискретного преобразования Фурье (FFT), дискретные синусное и косинусное преобразования (DST, DCT, DCT-II) осуществляются путем вычисления свертки сигнала конечной длины с синусной или косинусной функцией. В результате получается ряд коэффициентов, который и подвергается дальнейшей обработке. Однако, эти коэффициенты являются не комплексными, а вещественными числами, что значительно упрощает реализацию данного алгоритма машинным способом.

Вейвлет-преобразование (WT), обладая достоинствами Фурье преобразования, имеет лишь один недостаток – это относительную сложность преобразования и его процессорной реализации.

Результаты сравнительной оценки рассмотренных методов сжатия приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты сравнительной оценки

Метод	CR	PRD
DCT	0.904	0.94
FFT	0.896	1.17
DST	0.852	1.26
DCT – II	0.958	1.33
Wavelet	0.853	1.07

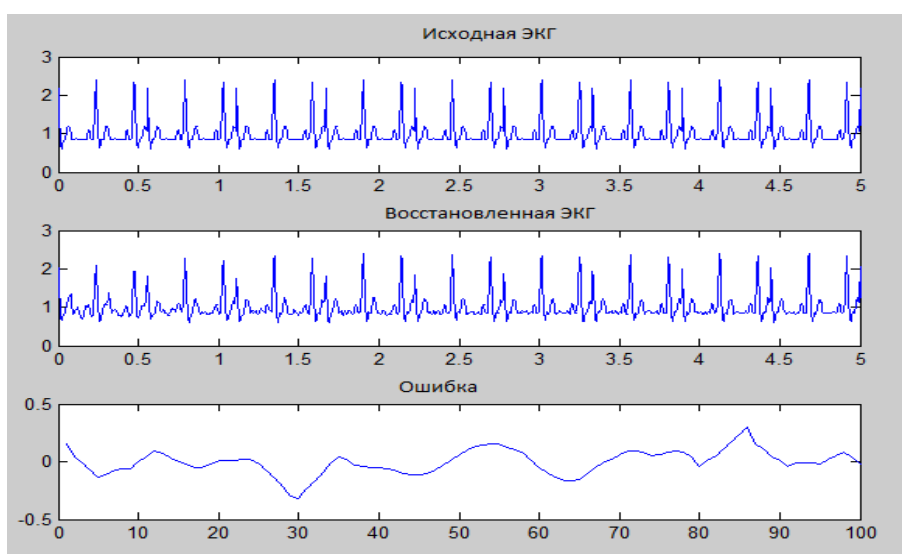


Рис. 1 – Дискретное косинусное преобразование (DCT)

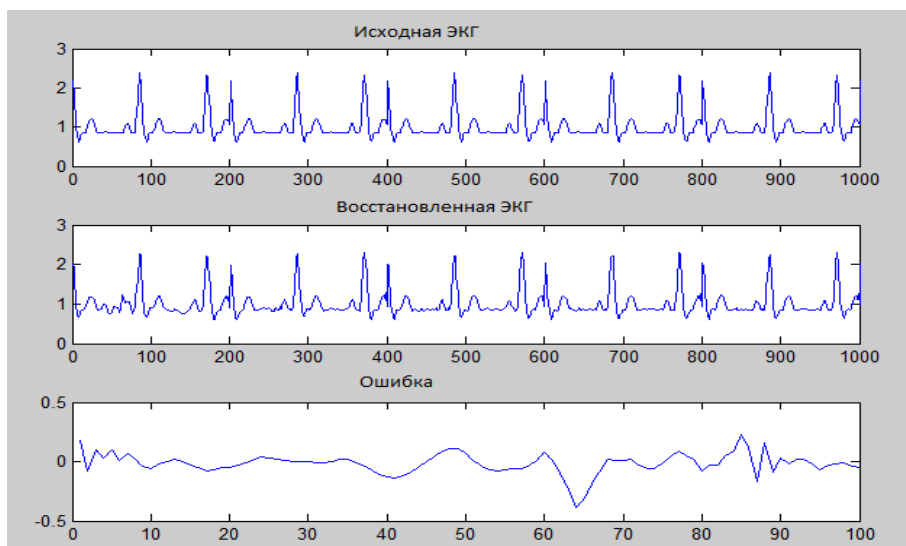


Рис. 2 – Дискретное косинусное преобразование второго типа (DCT-II)

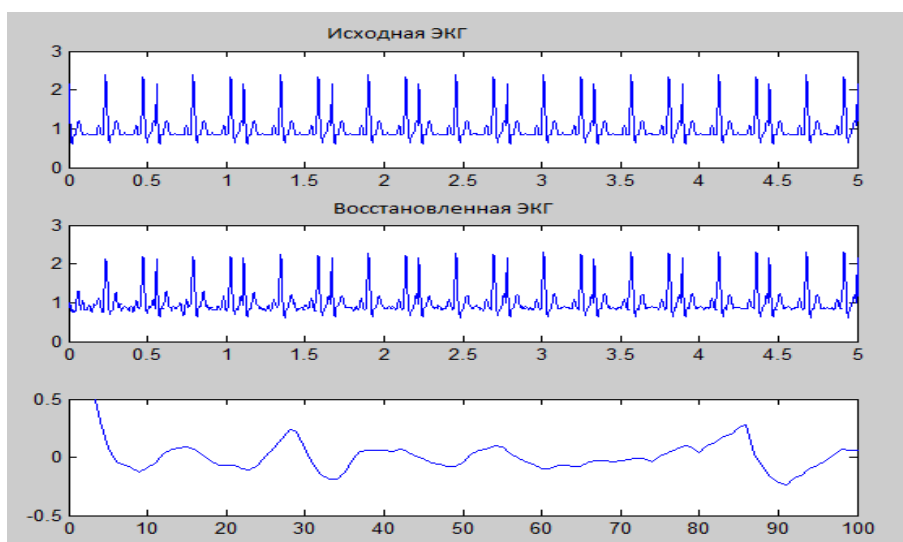


Рис. 3 – Дискретное синусное преобразование (DST)

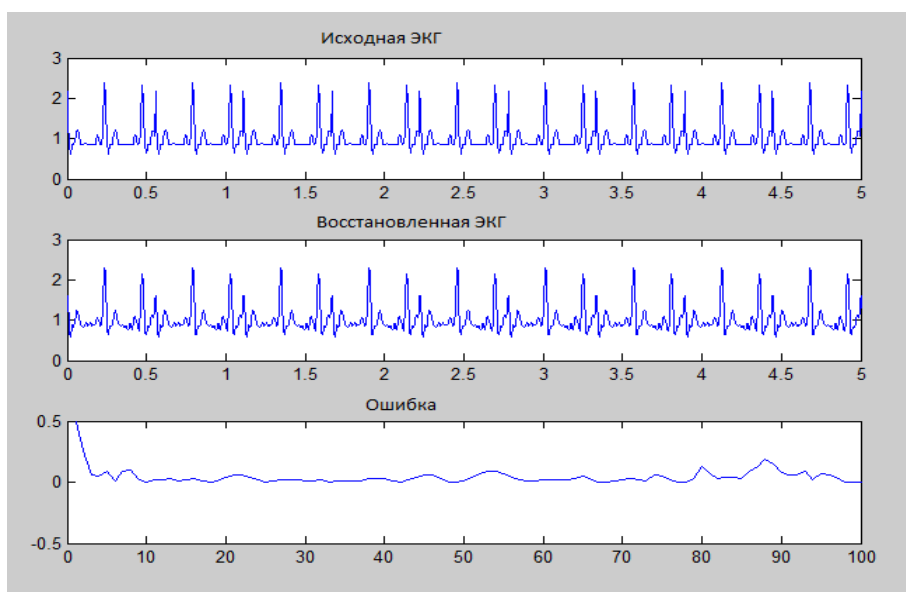


Рис. 4 – Быстрое преобразование Фурье (FFT)

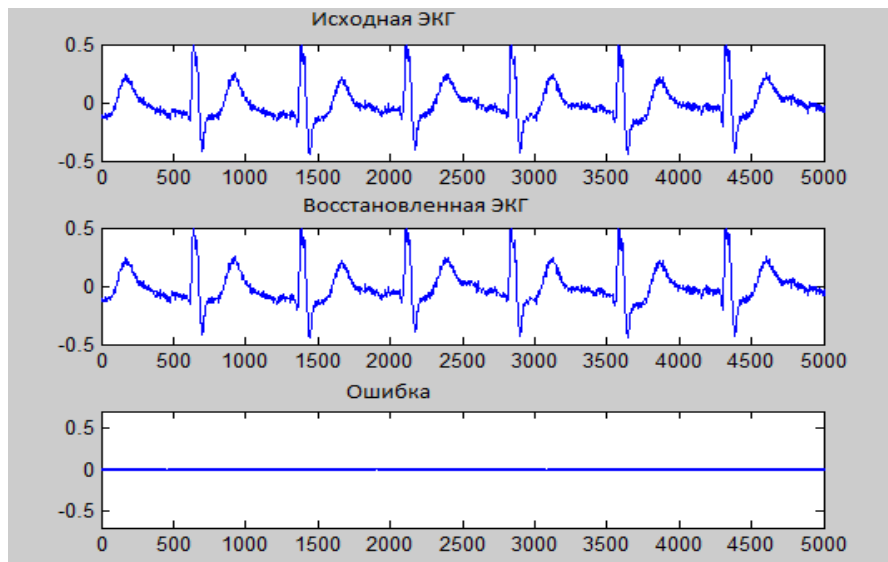


Рис. 5 – Вейвлет преобразование (WT)

Как видно из проведенного анализа, все рассмотренные методы достаточно эффективны при решении задачи сжатия биометрической информации, и могут использоваться при создании современных телемедицинских комплексов для семейной медицины. При этом наибольшая степень сжатия CR достигается для DST и Wavelet методов. Однако по проценту среднеквадратичного отклонения PRD наилучшие результаты показал DST метод.

Выводы. В результате исследований установлено, что методы DST и Wavelet преобразования имеют лучший коэффициент сжатия по сравнению с другими методами, однако только DST среднеквадратичное отклонение оказалось меньшим единицы и является наиболее подходящим для применения в телемедицинских системах.

Список литературы: 1. Колесник К. В. Мобильная радиотехническая система контроля параметров окружающей среды / Колесник К. В., Шишкин М. А., Купенский А. В. // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. Одесса: 2013. – №5. – С. 3–7. 2. Колесник К. В. Особенности применения GSM/GPRS – связи в телемедицинском скрининге / Колесник К. В., Шишкин М. А., Купенский А. В., Сокол Е. И. // Труды XV Международной научно-практической конференции «Современные информационные и электронные технологии: СИЭТ-2014» .— т. I .— Украина, Одесса.— 2014.— С. 38-39. 3. Казаков В. Н. Телемедицина / Казаков В. Н., Климовицкий В. Г., Владзимирский А. В. // Донецк: Типография ООО «Норд».– 2002. – 100с. 4. Зряхов М. С. Модификация метода сжатия многоканальной ЭКГ на основе двумерного дискретного косинусного преобразования / Зряхов М. С., Лукин В. В. // Радиоелектронні і комп'ютерні системи, 2004, № 4 (8). Стр. 110-117. 5. J. R. Cox et al., "AZTEC: A Preprocessing Program for Real-Time ECG Rhythm Analysis," IEEE Trans. on Biomed. Eng., 15, pp. 128–129, 1968. 6. Abernstien, J. P. A new data reduction algorithm for real time ECG analysis / Abernstien, J. P. and Thompkins, W. J. // IEEE Trans. On Biomed Engg-29, pp. 43-48, 1982. 7. Baohua Wang. Compression of ECG data by vector quantization / Baohua Wang, Guoxin Yuan. // IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine July-Aug. 1997.

Bibliography (transliterated): 1. K. V. Kolisnyk, M. A. Shishkin, A. V. Kipensky Mobile radiotechnical system for control parameters of environment. Technology and design in electronic equipment. Odessa: 2013. No. 5. 3–7. 2. K. V. Kolisnyk, M. A. Shishkin, A. V. Kipensky, E. I. Sokol. Application of GSM / GPRS connection to telemedicine screening. Proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference "Modern information and electronic technologies: Odessa: 2014. SIET. 1. 38-39. 3. Kazakov V. N., Klimovitskiy V. G., Vladzimersky A. V. Telemedicine // Donetsk: Typography Ltd. "Nord". 2002. 100. 4. Zryahov M. S., Lukin V. V. Modification of multichannel ECG compression method based on two-dimensional discrete cosine transform // Radioelektronni i komp'yuterni systems. 2004. No. 4 (8). 110-117. 5. J. R. Cox et al., "AZTEC: A Preprocessing Program for Real-Time ECG Rhythm Analysis. IEEE Trans. on Biomed. Eng. 15. 1968. 128–129. 6. Abernstien, J. P. and Thompkins, W. J. A new data reduction algorithm for real time ECG analysis // IEEE Trans. On Biomed Engg-29. 1982. 43-48. 7. Baohua Wang, Guoxin Yuan. Compression of ECG data by vector quantization. IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine July-Aug. 1997.

Надійшла (received) 16.08.2014

УДК 654.9:615.8

К. В. КОЛЕСНИК, канд. техн. наук, НТУ «ХПИ»;
Л. А. ПОСПЕЛОВ, д-р техн. наук, НТУ «ХПИ»;
Т. В. СОКОЛ, канд. мед. наук, ХМАПО, Харьков;

СОСТОЯНИЕ РАЗРАБОТОК В СОВРЕМЕННОЙ ЛЕЧЕБНОЙ ГИПЕРТЕРМИИ

Рассмотрены особенности современной лечебной гипертермии, физических механизмов воздействия ВЧ-полей на биологические объекты, а также существующие технические проблемы локальной гипертермии и предложения по их решению. Рассмотренные предложения по совершенствованию ряда систем комплексов лечебной локальной гипертермии позволяют модернизировать существующую аппаратуру, что значительно повысит ее эффективность. Данные предложения должны пройти экспериментальную отработку, и после комплекса необходимых испытаний, могут быть предложены для практической реализации.

Ключевые слова: лечебная гипертермия, онкология, электромагнитное поле, медицинские аппараты, высокочастотная терапия.

Введение. Вот уже более 50-ти лет во всем мире активно ведутся исследования и проводятся эксперименты по тепловому воздействию на биологические объекты с целью определения возможности получения терапевтического эффекта [1, 2]. О влиянии теплового воздействия на состояние биологических организмов было известно очень давно. Наши предки широко использовали общий нагрев тела (бани, сауны, солнечную инсоляцию) и локальный нагрев (грелки, согревающие растирки и др.), добиваясь тех или иных терапевтических результатов. С развитием науки и техники возможности

© К. В. КОЛЕСНИК, Л. А. ПОСПЕЛОВ, Т. В. СОКОЛ, 2014