

Эл. почта: timanet4u@gmail.com

Kuchkorov T.A.

The Concept of Information-Analytical System for Providing Ecological Monitoring Based on Geoinformation Technologies

Nowadays, as a result of growing a variety of negative impacts on nature, it requires constantly environmental monitoring in terms of permanent changing state of nature. Environmental monitoring can be carried out for a variety of purposes, such as the study of the state of groundwater, the state of soil and the impact of crops on nature, and the compatibility of the region's agricultural activities. The solution of the problems that may arise in these cases primarily involves the operation and approach

of modern information and communication technologies (ICT) in different types and large volumes of data (big data).

This article aims to provide comprehensive monitoring of land and water resources in ecological stress areas (some parts of Khorezm region and republic of Karakalpakistan) in terms of different types and large volumes of data (big data) and to establish an information-analytical system (IAS) concept to promote decision-making processes that analyzes the impact of the environmental states on human health.

Keywords: geoinformation technologies, Ecological monitoring (EM), information-analytical system (IAS), big data, cloud service, thematic layers.

УДК 621.396.41

Х.Н. Зайнидинов, С.У. Махмуджанов, Н.Т. Мустафаева

АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ БИОМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ

Аннотация: В работе приведены алгоритмы и программы предварительной обработки биомедицинских сигналов. Рассматриваются результаты исследований по направлению цифровой фильтрации наиболее низкочастотных биомедицинских сигналов (в диапазоне 0.01 – 0.25 Гц) и удаления трендов перед обработкой как во временной, так и в частотной областях.

Ключевые слова: биомедицинский сигнал, цифровая фильтрация, тренд, гастрोगрамма, энтерограмма, коэффициент фильтра, визуализация.

Введение. Современные компьютерные методы и средства исследования биомедицинских сигналов получили широкое развитие, особенно в областях электрокардиографии (ЭКГ) и электроэнцефалографии (ЭЭГ). На стыке медицины и информатики находятся важные проблемы фундаментального и прикладного характера, без решения которых невозможно существенное продвижение в область знаний по медицинским наукам [1,3,7].

В последние годы в различных странах, в том числе в Узбекистане, интенсивно развиваются новые специализированные, компьютеризированные методы и средства обработки и исследований различных биомедицинских сигналов. Разрабатываются и широко внедряются в клиническую практику

новые информативные методы анализа данных. Компьютеры используются в медицине давно и многие современные методы диагностики базируются на информационных технологиях (ИТ). Такие методы обследования, как УЗИ или компьютерная томография, вообще немислимы без компьютера. Трудно сейчас найти область медицины, в которой компьютеры не применялись бы все более и более активно. Но только диагностикой применение компьютеров в медицине не ограничивается. Они все активнее начинают использоваться и при лечении различных заболеваний – начиная от составления оптимального плана лечения и до управления различным медицинским оборудованием во время проведения процедур [2,9,10,11,12].

На современном этапе разработок

систем медицинской информатики наибольшее развитие получили методы и средства электрокардиографии (ЭКГ) и электроэнцефалографии (ЭЭГ) на основе компьютерной техники. Вместе с тем в последние годы во многих странах мира значительные успехи наблюдаются в деле создания компьютерных диагностических систем для такой области медицины, как гастроэнтерология. Инвазивные методы обследования состояния органов брюшной полости, т.е. те, которые связаны с введением датчиков внутрь организма (например баллон графия, гастроскопия, рН-метрия), что вызывает болезненные ощущения пациентов, уступают свое место не инвазивным методам. Последние во многом основаны на достижениях электрогастрографии (ЭГГ), т.е. на способах регистрации и последующем анализе динамики биопотенциалов, снимаемых с поверхности тела и доставляющих информацию о мышечной активности органов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Необходимо дальнейшее совершенствование математического и программного обеспечения информационных систем для ЭГГ и улучшения характеристик соответствующей аппаратуры.

1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА БИМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ

Методики, связанные с областью ЭГГ, применяются как при терапевтических, так и при хирургических лечениях заболеваний органов ЖКТ. Их преимущество заключается в том, что показатели состояния органов человека могут быть оценены количественно. Это особенно важно с точки зрения профилактики заболеваний населения, а также своевременного лечения обнаруженных нарушений деятельности органов ЖКТ.

Процессы в органах ЖКТ отличаются

наиболее низкочастотным характером колебаний по сравнению с другими органами и не стационарностью. Широко распространенной при частотновременном анализе гастро- и энтерограмм является локальностационарная математическая модель гастро- сигнала, базирующаяся на дискретном кратковременном преобразовании Фурье (КПФ), которое, в частности, позволяет исследовать в определенных пределах изменения спектральной плотности мощности и других характеристик сигналов во времени [4,5,6,8]. Возможность более детальной обработки сигналов ЭГГ является с применением вейвлет-анализа, при котором базис пространства сигналов формируется путем смещений и масштабных преобразований некоторой осциллирующей функции, локализованной во времени и по частоте [5,7,8]. В данной работе рассматриваются результаты исследований по направлению спектральной обработки наиболее низкочастотных биомедицинских сигналов (в диапазоне 0.01 – 0.25 Гц) и выявления их локальных особенностей как во временной, так и в частотной областях.

В таблице 1. приведены частотные диапазоны гастроэнтерологических сигналов для различных (четырёх органов) ЖКТ группы норма (т.е. здорового человека).

Функционирование органов ЖКТ в работе иллюстрируется двумя типами графиков гастроэнтерограмм, отличающихся друг от друга рядом особенностей:

- Энтерограммы пациента группы «норма» и больного пациента, в которых практически отсутствует тренд;
- Гастрограммы больных пациентов, содержащие линейные тренды. Для них характерен нерегулярный, негармонический характер колебаний.

Таблица 1.

Распределение параметров органов ЖКТ для группы норма

№	Имя файла	Орган ЖКТ	Частотный диапазон
1	Common.txt	Общий ЖКТ	0.03 – 0.22 Гц
2	Chn1.txt	Желудок	0.03 – 0.07 Гц
3	Chn2.txt	Подвздошная кишка	0.08 – 0.12 Гц
4	Chn3.txt	Тощая кишка	0.13 – 0.17 Гц
5	Chn4.txt	Двенадцатиперстная кишка	0.18 – 0.22 Гц

Предварительная обработка гастроэнтерограмм выполняется в автоматическом режиме, еще до предоставления пользователю какой-либо информации. Это связано с тем, что данные, загружаемые в программу для обработки из файлов, представлены цифровыми десятичными или двоичными кодами и, следовательно, для удобной и корректной визуализации сигнала и его последующего исследования, требуется перевод данных в вольты, биполяризация сигнала, поиск максимальной амплитуды и т.д.

2. ФИЛЬТРАЦИЯ ГАСТРОЭНТЕРОЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

В связи с необходимостью перехода к полностью цифровым методам обработки гастро- и энтерограмм необходимо рассмотреть возможность программной реализации цифровой фильтрации по всему множеству каналов практически в реальном масштабе времени.

Фильтрация полезного сигнала может быть выполнена без явного перехода в частотную область. По теореме о свертке умножение спектра сигнала на функцию прямоугольного окна эквивалентно свертке во временной области сигнала и оператора фильтра – функции, получаемой в результате обратного преобразования Фурье окна. Сумма коэф-

фициентов фильтра определяет коэффициент усиления средних значений сигнала в окне фильтра и постоянной оставляющей в целом по массиву данных, причем сумма коэффициентов фильтра нормируется.

Не рекурсивный полосовой фильтр осуществляет операцию свертки отсчетов дискретного сигнала $\{x_i\}$ и оператора цифрового фильтра $\{h_j\}$:

$$y_i = \sum_{j=0}^{m-1} h_j x_{i-j}. \quad (1)$$

Если кратко охарактеризовать применяемые сглаживающие окна, то можно заметить, что процедура сглаживания посредством окна Гудмена-Эноксона-Отнеса (ГЭО) по 7-точечному алгоритму:

$$\bar{x}_i = \sum_{l=-3}^3 a_l x_{i+l}, \quad (2)$$

дает следующие односторонние коэффициенты: $a_0=1$, $a_1=0.1817$, $a_2=-0.1707$, $a_3=0.1476$. Она является одной из наиболее действенных в плане эффективности подавления боковых составляющих частотной характеристики. Применяются при цифровой фильтрации также 5-точечные и 3-х-точечные окна Хэмминга и Хэннинга, но они ослабляют дополнительные составляющие в меньшей степени.

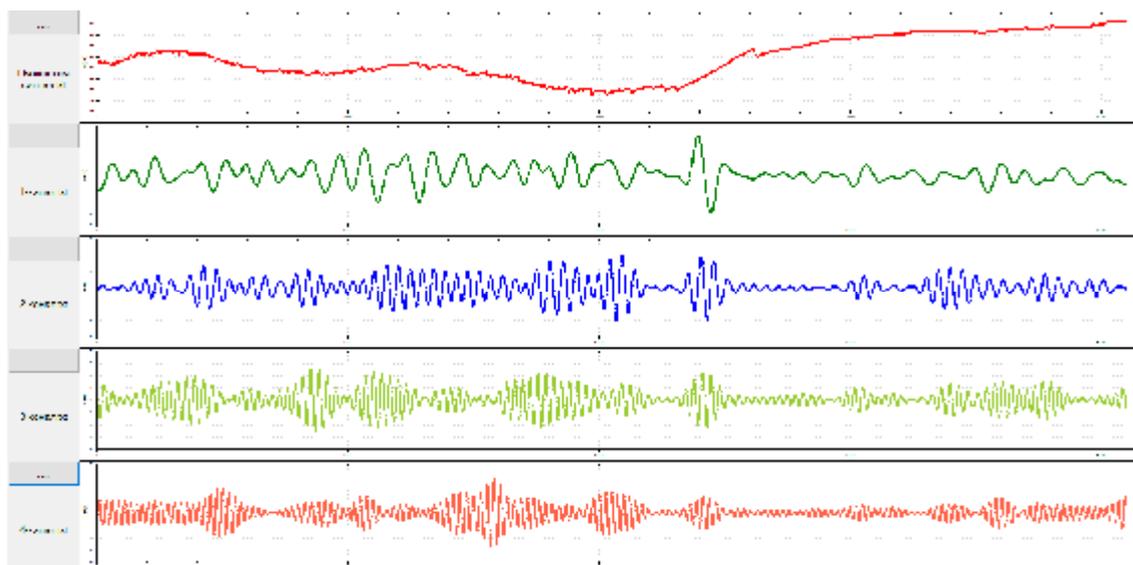


Рис.1. Исходный сигнал, гастрोगрамма и энтерограммы здорового пациента А в графическом виде.

Цифровая фильтрация гастроэнтерологического сигнала по всему множеству каналов осуществлена программой фильтрации на основе (6), которая написана на языке С#. Программа предназначена для фильтрации и визуализации результатов в виде гастрोगраммы и энтерограммы. На рис.1. приведены исходный сигнал, гастрोगрамма и энтерограммы здорового пациента А в графическом виде.

3. АЛГОРИТМ УДАЛЕНИЯ ТРЕНДОВ

Часто, при просмотре гастрोगраммы и энтерограммы проявляется такое явление как тренды (долговременные тенденции изменения исследуемого сигнала), особенно четко выраженные у больных пациентов. Пример электрогастрограммы, содержащей тренд, приведен на рис.2.

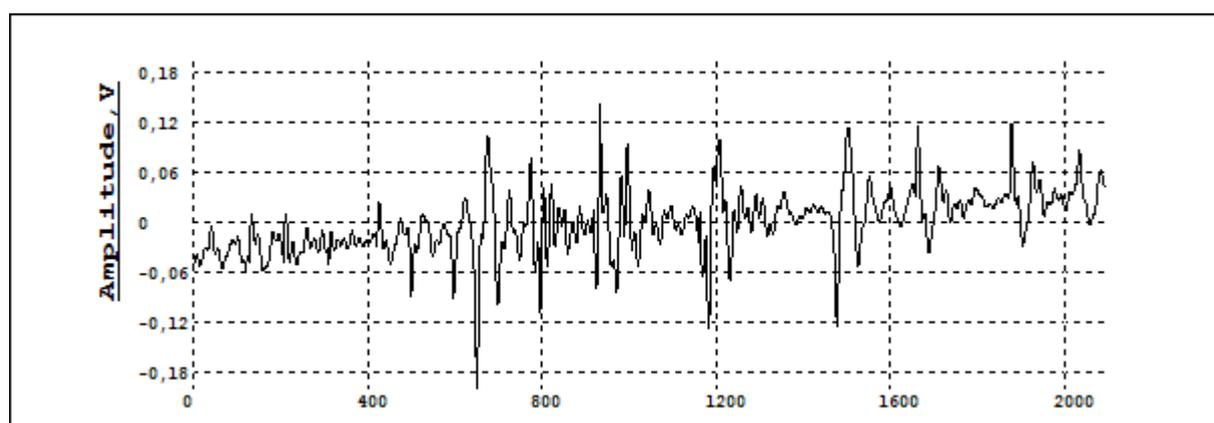


Рис 2. Гастрограмма, содержащая тренд.

Сигнал $x^*(t)$, содержащий линейный тренд, может быть описан математической моделью вида:

$$x_j^*(t) = x_j(t) + g t \quad (3)$$

где $x_j(t)$ - амплитуда j -ого отсчета сигнала, g - тангенс угла наклона прямой, проходящей через точку $(0;0)$ и точку $(t; x_j(t))$. Тренды высших степеней

могут быть также описаны совокупностью линейных моделей на отдельных сегментах записи.

Применяется достаточно эффективный, эмпирический метод устранения трендов. Вычисляется среднее значение сигнала на i -ом сегменте и среднее значение на $(i + k)$ -ом сегменте гастроэнтерограммы. После этого устраняется смещение, равное среднему на начальном участке, а затем определяется угол наклона записи. Гастроэнтерограмма поворачивается на заданный угол. Программная модель для устранения тренда на сегменте $[i_0; i]$ гастро-

энтерограммы может быть записана следующим образом:

$$g^{(i)} = \frac{\hat{a}(x_j^{*(i)} - x_{j+k}^{*(i+k)})}{(i - i_0)^2}; j = \overline{i_0, i} \quad (4)$$

$$x_j^{(i)} = x_j^{*(i)} - j \times g^{(i)}$$

На рис. 3. представлена гастрограмма, тренд на которой удален в соответствии с (4);

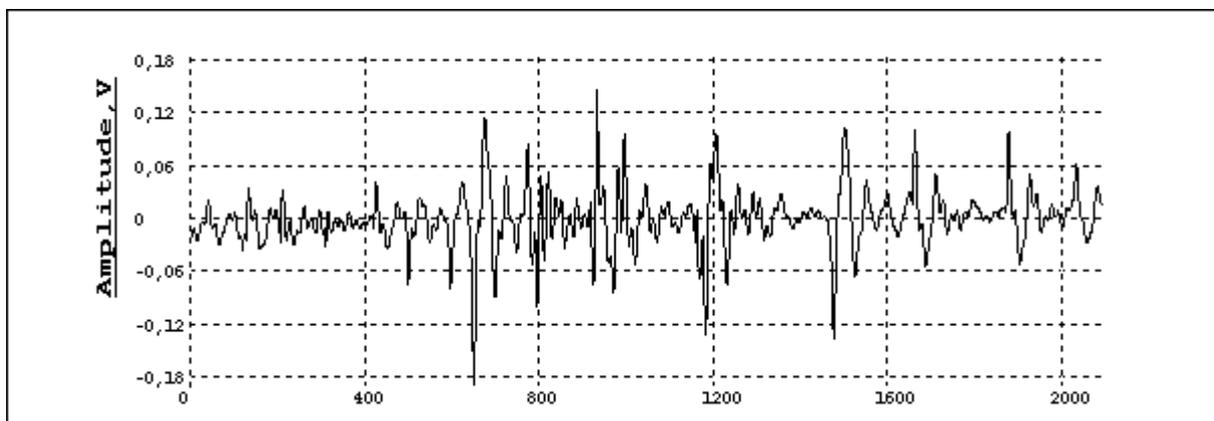


Рис 3. Гастрограмма с удаленным трендом.

Любой биомедицинский сигнал подвергается предварительной обработке. Под предварительной обработкой гастроэнтерологических сигналов понимается цифровая фильтрация суммарного исходного сигнала (обычно в диапазоне частот в диапазоне 0.01 – 0.25 Гц) по цели динамического разделения каналов аналоговых сигналов ЖКТ, а также процесс удаления трендов.

Заключение

Таким образом, в работе предложен и реализован алгоритм динамического разделения каналов аналоговых сигналов ЖКТ на основе метода цифровой полосовой фильтрации и алгоритм устранения трендов, особенно четко выраженные у больных пациентов

Литература

1. Саблин О.А., Гриневич В.Б.,

Успенский Ю.П. и др. Функциональная диагностика в гастроэнтерологии. СПб.: Изд-во ВМА, 2002.

2. Свиньин С.Ф. и др. Программно-инструментальный комплекс для функциональной диагностики в хирургической гастроэнтерологии // «Известия ВУЗов – Приборостроение». 2006. №11. С.71-74.

3. Яковенко В.Н., Яковенко С.В., Селективный электроэнтерогастрограф. Патент РФ № 2023419. Бюлл. «Открытия, изобретения» № 22, 1994.

4. Отнес Р., Эноксон Л. Прикладной анализ временных рядов. М.: Мир, 1982.

5. Блаттер К. Вейвлет-анализ. Основы теории. М.: Техносфера, 2006.

6. Зайнидинов Х.Н. Методы и средства обработки сигналов в кусочно-полиномиальных базисах. Монография. Ташкент - «Фан ва технология» - 2014, 190 с.

7. Попов А.И. Математические модели и комплекс программ для функциональной

диагностики биомедицинских сигналов инфранизкочастотного диапазона. Автореф. диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Петрозаводск, 2010

8. Zaynidinov H.N., Dannanjay Singh, Hoon Jae Lee. Piecewise-quadratic Hermut basis function and their application to problems in digital signal processing. International Journal of Communication Systems, John Wiley & Sons, Ltd. ,DOI: 10.1002/dac.1093, Jan. 2010. London, SCI-E. www.interscience.wiley.com

9. Ивашкин В.Т., Лапина Т.Л. Лечение язвенной болезни: новый век – новые достижения - новые вопросы // Русский медицинский журнал. Болезни органов пищеварения. - 2002. - Т. 4. - № 1.

10.Ступин В.А., Смирнова Г.О., Баглаенко М.В., Силуянов С.В., Закиров Д.Б. Периферическая электрогастроэнтерография в диагностике нарушений моторно-эвакуаторной функции желудочно-кишечного тракта. Лечащий врач. - 2005. - № 2.

11.Tokmakci M. Analysis of the Electrogastragram Using Discrete Wavelet Transform and Statistical Methods to Detect Gastric Dysrhythmia M. Tokmakci // Journal of Medical Systems. NY: Plenum Press, Aug 2007 № 4 V.31. - С. 295-302.

12.Parkman H.P American Gastroenterological Association medical position statement: Diagnosis and treatment of gastroparesis / H.P. Parkman, W.L. Hasler, R.S. Fisher // Gastroenterology. 2004. 127(5). С.

1589-1591.

Зайнидинов Хакимжон Насиридинович
д.т.н., профессор, зав.кафедрой
«Информационные технологии» ТУИТ.

Тел.: +998 (98) 307-63-75

Эл. почта: test2001@rambler.ru

Махмуджанов Сарвар Улугбекович
ассистент кафедры Информационные
технологии» ТУИТ.

Тел.: +998 (99) 950-29-58

Эл. почта: sarik_m91@mail.ru

Мустафаева Нургул Туралиевна
магистр кафедры Информационные
технологии» ТУИТ.

Тел.: +998 (90) 128-17-70

Эл. почта: mustafaeva.1992@gmail.com

**Zaynidnov H.N., Makhmudjanov S.U.,
Mustafaeva N.T.**

Algorithms and Programs of Preliminary
Processing Biomedical Signals

Algorithms and programs for preprocessing biomedical signals are presented. The results of research on the direction of digital filtering of the low-frequency biomedical signals (in the range 0.01-0.25 Hz) and the removal of trends before processing in both the temporal and frequency domains are considered.

Key words: biomedical signal, digital filtration, trend, gastrogram, enterogram, filter coefficient, visualization.

УДК 621.391.28

С.Б. Нурматова

АНАЛИТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ПЕРЕРЕГИСТРАЦИИ В IMS

Рассмотрены функциональная схема установления соединения в IMS технологии, особенности перерегистрации абонентов, приведено аналитическое моделирование сигнального трафика для процедуры перерегистрации в виде ВСМР-сети.

Ключевые слова: сети, установления соединения в IMS, задержка передачи, аналитическое моделирование, перерегистрация, модель сигнального трафика, поток заявок, протокол SIP, модель сети массового обслуживания, теорема ВСМР сети.

Введение

Функциональная схема сети NGN/IMS включает в себя: транспортный уро-

вень, реализующий функции доступа на различных технологиях; уровень управления сеансами связи, включающий в