

УДК 616-009.1

**ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ СБОРА И ОБРАБОТКИ
СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В КЛИНИЧЕСКИХ
УСЛОВИЯХ**

Винарская Е.Н., Суслов В.Н., Фирсов Г.И.

*Московский городской педагогический университет
Институт машиноведения им. А.А.Благодирова РАН***SELECTION OF THE PARAMETERS OF COLLECTION AND
PROCESSING OF STABILOMETRICAL INFORMATION UNDER THE
CLINICAL CONDITIONS**

Vinarskaya Ye.N., Suslov V.N., Firsov G.I.

*The Moscow Urban Pedagogical University
Institute of the Engineering Science RAS***Аннотация**

Рассматриваются основные требования к числу разрядов аналого-цифрового преобразования и длине записи при стабилOMETРИЧЕСКОМ исследовании в неврологической клинике.

Ключевые слова: стабилOMETрия, аналого-цифровое преобразование, число разрядов, динамический диапазон

Abstract

Are examined basic requirements for the numerical length of analog-digital conversion and the length of record during a stabilometrical study in the neurologic clinic.

Keywords: stabilometry, analog-digital conversion, numerical length, the dynamical range.

Применение компьютеров для анализа исходных данных, получаемых при стабилографическом исследовании, требует представления сигнала в цифровой форме. Выбор параметров цифровой обработки сигналов до настоящего времени представляется достаточно сложной задачей, успешное решение которой зависит от квалификации и субъективных представлений исследователя. Аналого-цифровое преобразование точных значений аналогового (непрерывного) сигнала в приближенные (дискретные) значения, привязанные к определенному моменту времени, заключается в выполнении двух операций: квантование по уровню и дискретизация по времени. Числа уровней квантования и дискретных отсчетов в единицу времени определяют точность приближения дискретных отсчетов к исходному непрерывному сиг-

налу. В работе [1] рекомендуется использовать для этой цели 12-разрядный АЦП. Выполненные нами исследования квантования по уровню при аналого-цифровом преобразовании с точки зрения получения результатов последующей спектральной обработки с учетом допустимой относительной ошибки определения спектральной плотности, дисперсии инструментального шума и информативного сигнала показал, что для случаев стабилографических исследований в неврологической клинике АЦП необходимо иметь не менее 16 разрядов. Действительно, обозначим величину допустимой относительной ошибки определения спектральной плотности через $\varepsilon^2 = \frac{\sigma_\theta^2}{\sigma_x^2}$ где σ_θ^2 , σ_x^2 - соответственно дисперсия инструментального шума и информативного сигнала. Тогда с учетом известной формулы для дисперсии шума квантования

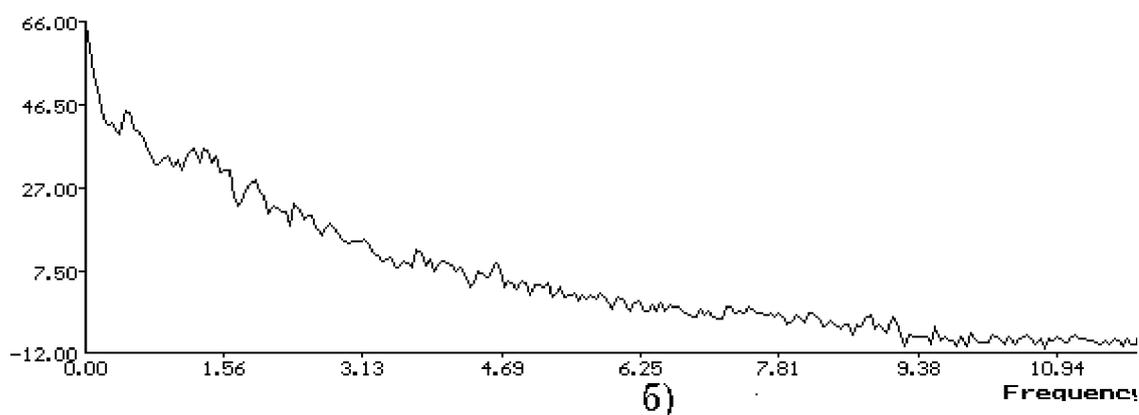
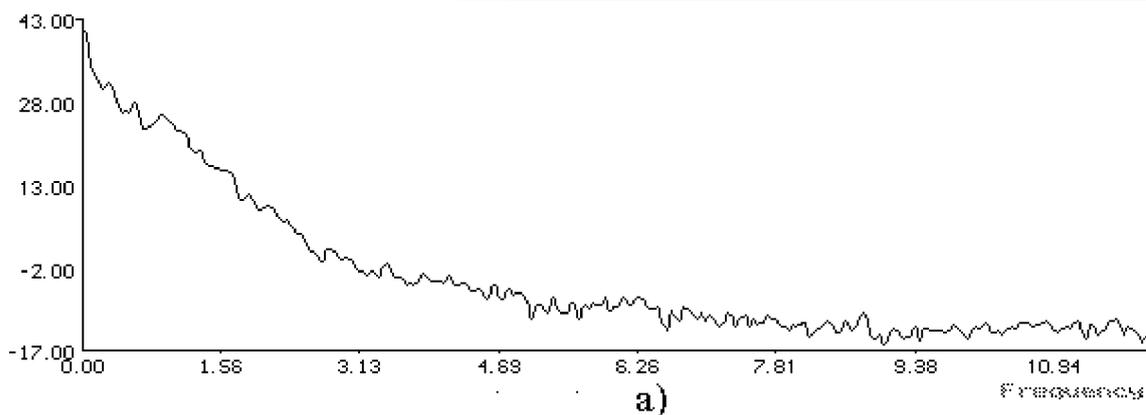


Рис. 1

$\sigma_{III}^2 = \Delta x^2 / 12$ получаем выражение для дисперсии минимально допустимого по уровню сигнала $\sigma_x^2 = \Delta x^2 / 12 \varepsilon^2$ что соответствует величине минимальной амплитуды гармонического сигнала $x_{min} =$

$\sqrt{2\sigma_{x_{min}}^2} \approx 0.41 \Delta x / \varepsilon$ Подставляя полученное выражение для величины минимального гармонического сигнала и выражение для динамического диапазона сигнала в децибелах, получаем с учетом того, что $x_{max} / x_{min} \gg 1$ приближенное выражение $l \approx 0.17L - 3.32lg\varepsilon - 1.36$, где l - число двоичных разрядов, биты; L - динамический диапазон сигнала, дБ; ε - допустимая относительная ошибка оценки минимального по уровню сигнала.

Таким образом, число двоичных разрядов шкалы квантования при аналого-цифровом преобразовании зависит от величин динамического диапазона и ошибки оценки минимального уровня сигнала. При этом амплитуда минимального непрерывного

сигнала должна быть, например, при $\varepsilon = 10\%$, больше, чем 4,1 единицы шкалы квантования.

Рассмотрим спектральные оценки стабิโลграфических сигналов, представленные на рис. 1. На рис. 1, а показан спектр колебаний в сагиттальной плоскости практически здоровой 24-летней женщины. Очевидно, что динамический диапазон оценки спектра в рабочем диапазоне частот составляет примерно 60 дБ, т.е. в данном случае при 10%-ной ошибке достаточно 12 разрядного АЦП. В случае более жестких требований к точности получаемых спектральных оценок (до 5%) следует использовать, как минимум, 13-разрядный АЦП. Такие требования к преобразователю характерны для стабิโลграфов, используемых в задачах спортивной медицины, предрейсового контроля водителей, профотбора и профориентации. При анализе стабิโลграмм неврологических больных, у которых область движений несколько больше (рис 1, б - случай мультисистемной атрофии мозга в

оливопонтocerebellарной форме) требования к АЦП по динамическому диапазону возрастают и составляют около 80 дБ, что предопределяет использование 16-битного АЦП. Отметим, что результаты работ, проведенных в ОКБ «Ритм» [2], также привели разработчиков стабилоанализаторов серии «Стабилан» к использованию 16-разрядных АЦП.

Еще один важный вопрос связан с длительностью стабильнографического исследования. Так, создатели программного пакета «Клинический анализ движений» [3] заложили по умолчанию время регистрации равное 50 с, в методике [4] рекомендуется 20-секундное обследование, французские исследователи остановились на 51,2 секундах. В работе [5] принята 30-секундная регистрация стабильнограмм. Подобные длительности экспериментов позволяют использовать визуальные и статистические методы обработки стабильнограмм, но проведение спектрального анализа с помощью

алгоритмов БПФ предъявляет достаточно высокие требования к длительности экспериментальных записей. В частности, с учетом требований по точности и разрешения по частоте спектрального анализа требуется не менее 4096 значений временного ряда, что при частоте дискретизации 25 Гц приводит более чем 160-секундной записи. В целом ряде случаев, особенно при экспериментах при закрытых глазах, больные просто физически не могут выдержать подобной длительности стояния. Поэтому актуальным представляется переход к так называемым параметрическим методам спектрального анализа, характерными свойствами которых являются возможность работы с достаточно короткими реализациями, гибкость и относительная простота вычислительных процедур.

Список литературы

1. Гаже П.-М., Вебер Б. Постурология. Регуляция и нарушения равновесия тела человека- СПб.: Издательский дом СПбМАПО, 2008. – 316 с.
2. Слива С.С., Кондратьев И.В., Кривец Д.В. Концепция построения компьютерных стабильноанализаторов типа КСК-4 // Известия ТРТУ. Медицинские информационные системы. Таганрог: ТРТУ, 2000, № 4 (18). - Стр. 106-111.
3. Скворцов Д.В. Диагностика двигательной патологии инструментальными методами: анализ походки, стабилметрия. - М.: Т.М. Андреева, 2007. - 640 с.
4. Тренировка функции равновесия методом биоуправления по стабильнограмме у больных с постинсультными гемипарезами. Методические рекомендации для специалистов в области двигательной реабилитации / Устинова К.И., Черникова Л.А., Слива С.С., Переяслов Г.А. - М.: НИИ неврологии РАМН, 2000. - 20 с.
5. Лучихин Л.А. Показатель функциональной стабильности системы равновесия как один из критериев донозологической диагностики // Вестник оториноларингологии. - 1987. - N 5 - С. 39 - 44.

Поступила в редакцию 14.02.2017

Сведения об авторах:

Винарская Елена Николаевна – Московский городской педагогический университет (МГПУ), докт.мед.наук, профессор

Суслов Владимир Николаевич – Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, научный сотрудник

Фирсов Георгий Игоревич – Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, старший научный сотрудник, e-mail: firsovgi@mail.ru