

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ
“Київський Політехнічний Інститут”

Факультет електроніки
Громадська організація «Пані Наука»

ТРЕТЯ КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ
«ЕЛЕКТРОНІКА-2010»

Збірник статей
Частина 2
(оглядові статті)

УДК 621.391.616.12

В.Г. Сливка, А.О. Попов, канд. техн. наук

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Проведено огляд існуючих підходів побудови сучасних засобів реєстрації біосигналів та моніторингу, відзначені недоліки існуючих рішень. Розглянуто принципи модульної структури таких систем, комплексний підхід до розробки засобів діагностики і моніторингу.

The review of modern registration and diagnostic aids structure approaches are outlined and disadvantages of existing solutions are mentioned. The principles of such systems modular architecture, integrated approach of development diagnostic and monitor aids.

Ключові слова – електроенцефалографія, алгоритм, обробка
Key words – electroencephalography, algorithm, processing

Введение

Электроэнцефалография является одним из основных методов объективного тестирования функций центральной нервной системы. В последнее десятилетие наблюдается активизация исследований в этой области с качественным и количественным совершенствованием аппаратуры и методов анализа, расширением диапазона применения метода на более широкие области диагностики.

Целью данной статьи является выделение основных принципов построения современных средств мониторинга биомедицинских сигналов на примере анализа различных подходов к цифровой обработке сигналов и построению электроэнцефалографических систем.

Структура средств регистрации биосигналов

Качество и потенциальные возможности диагностических систем определяются ещё на этапе сбора данных, а в частности, на этапе регистрации биомедицинских сигналов. Этому вопросу необходимо уделить особое внимание при построении диагностических систем. Измерение уменьшает исходную неопределенность значения физической величины до уровня неизбежной остаточной неопределенности, определяемой погрешностью измерения. Таким образом, возможность получения вторичной информации на основе анализа зарегистрированных биоэлектрических сигналов определяется первичным потоком информации, а, следовательно, существует

предел выделения диагностически полезной информации. Для дальнейшего совершенствования диагностических методик, необходим комплексный подход к совершенствованию аппаратных инструментальных средств первичного сбора данных.[1]

На рис. 1 показана обобщённая блок-схема устройств регистрации биосигналов. Полезный сигнал снимается с биообъекта с помощью датчиков, которые выполняют преобразование в электрический сигнал. Далее сигнал усиливается и в общем случае претерпевает аналоговую обработку. Основная обработка информации осуществляется, как правило, средствами ЦОС, для чего сигнал оцифровывается с помощью АЦП. В зависимости от требуемых вычислительных ресурсов систему строят или на базе микроконтроллеров или процессорах цифровой обработки сигналов. Как правило, большинство медицинских диагностических приборов являются автономными и функциональными законченными системами. Поэтому в состав устройств, входят дополнительные вспомогательные устройства, интерфейс пользователя, а также интерфейс коммуникации с другими системами или ПК. Большинство классических систем диагностики и мониторинга имеют именно описанную выше структуру.

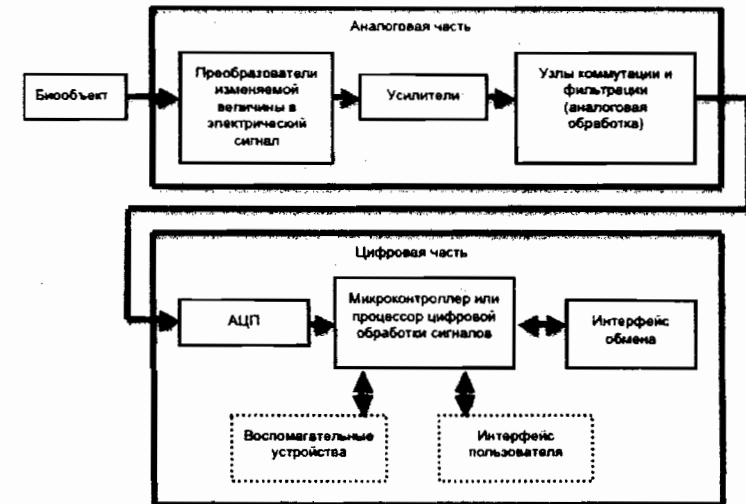


Рис. 1 Обобщенная блок-схема устройств регистрации биосигналов

Структура современных средств диагностики и мониторинга должна обеспечивать возможность решения все более динамически расширяющегося круга задач. При этом следует отметить, что темпы развития современных медицинских методик зачастую превышают скорость смены медицинского оборудования. Таким образом, структура современных средств мониторинга и регистрации биомедицинских сигналов должна быть гибкой, обеспечивать возможность простого расширения, масштабирования, адаптации под особенности той или иной диагностической методики. Поэтому принципы универсализации и унификации имеют первостепенное значение.

Анализ и обработка ЭЭГ

Первыми подходами, обеспечившими эффективный анализ и обработку ЭЭГ оказались методы прогнозирования временных рядов (в частности, оценки на базе моделей авторегрессии), турн-амплитудный анализ, методы спектрального и корреляционного анализа, метод цифровой фильтрации, структурно-лингвистический анализ, а также пороговые методы. Наиболее подходящими по совокупности нескольких критериев были признаны спектральный, корреляционный и структурно-лингвистический анализ [2].

Однако указанные выше подходы имели ряд недостатков. Во-первых, часть из них (и, в частности, спектральный и корреляционный анализ) применима только для стационарных процессов, каковыми ЭЭГ не являются, что приводило к необоснованным допущениям при обработке данных. Во-вторых, эти методы обеспечивали в большинстве случаев только автономный анализ сигналов с заданных отведений, что недостаточно для полноценного исследования, требующего комплексной многопараметрической оценки данных, полученных с различных отведений ЭЭГ. В-третьих, такие методы, как сравнение с образцами с использованием оценок взаимных корреляционных функций и сравнения различных характеристик сигнала с пороговыми уровнями, требовали слишком детальной адаптации к форме аномалий каждого конкретного пациента, о которых, как правило, нет полной и достаточной информации. Отсутствие такой информации существенно ограничивает применение и метода цифровой фильтрации.

Перечисленные проблемы сделали актуальным применение более общих и универсальных методов анализа, свободных от указанных ограничений, в том числе вейвлет-преобразований и обучаемых структур, наиболее известными из которых являются нейронные сети [3]. Новые подходы позволили корректно работать с нестационарными процессами и существенно расширили возможности для исследования. В частности, все особенности сигналов, выявляемые с помощью спектрального и корреляционного анализа, можно обнаружить с помощью вейвлет-анализа, а все, что оценивается посредством моделей авторегрессии, воспроизводится как упрощенный вариант прогноза с помощью нейронных сетей.

Выводы

Средства сбора данных являются определяющим фактором, который потенциально ограничивает возможности диагностической системы в целом.

Комплексный подход к проектированию электроэнцефалографических систем и систем регистрации биомедицинских сигналов позволяет значительно упростить аппаратное обеспечение системы и улучшить ее характеристики в целом за счет оптимального распределения задач между аппаратными и программными средствами.

Литература

- [1.] Карплюк Е.С. Ткаченко В.Л. Фесечко В.А. Проектирование современных средств регистрации биомедицинских сигналов и мониторинга // Электроника и связь – 2008 – ч.1. – С. 166-167.
- [2.] Клиническая электроэнцефалография. / Под ред. Русинова В.С. - М.: "Медицина", 1973. - 340 с.
- [3.] Галушкин А.И. Теория нейронных сетей. – М.: ИПРЖР, 2000. – 416 с.

Рекомендовано до публікації Поповим А.О., канд. техн. наук