

## ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ И РЕАБИЛИТАЦИИ

*Захаров С. М., Скоморохов А. А., Адамчук А. В.*

*Научно-производственная коммерческая фирма «Медиком ЛТД»  
347900, Россия, Ростовская область, г. Таганрог, ул. Ленина 99,  
тел/факс (86344) 26384, E-mail: office@medcom.rnd.su  
<http://www.medlux.ru/misc/medicom>*

Применение бурно развивающихся компьютерных информационных технологий в разрабатываемой в настоящее время современной медицинской аппаратуре для функциональной диагностики способствует внедрению и использованию количественных методов обработки, анализа и представления электрофизиологических данных в различных разделах медицины. Например в электроэнцефалографии это привело к появлению принципиально нового аппаратно-методического подхода – компьютерной электроэнцефалографии (КЭЭГ) – выводящего методику на принципиально новый уровень (Зенков Л. Р., 1996) как в традиционной для электроэнцефалографии области – эпилептологии, так и в области так называемых «функциональных» расстройств – невротических, психических и эмоциональных, поведенческих и когнитивных нарушений, психосоматических заболеваний, а также определения эффективности применения лекарственных препаратов, прогноза и экспертизы.

В новом электроэнцефалографе-анализаторе «Энцефалан-131-03» (созданном НПКФ «Медиком ЛТД» в 1997-98г.) возможности КЭЭГ используются при записи, первичной обработке ЭЭГ и ее визуальном анализе, аналогичном классическому, и предоставляется эффективный набор методов анализа с использованием современных компьютерных технологий. Особенностью прибора, предназначенного для широкого использования в повседневной клинической практике, является возможность дополнительной регистрации реоэнцефалограмм для исследования кровообращения мозга, различных физиологических сигналов (электромиограмм (ЭМГ), электрокардиограмм (ЭКГ), пневмограмм (ПГ), электроокулограмм (ЭОГ), фотоплетизмограмм (ФПГ), кожно-галванической реакции (КГР) и температуры) по 5 полиграфическим каналам, а также анализа вызванных потенциалов (ВП). При этом качество регистрации сигналов ЭЭГ соответствует требованиям к компьютерной электроэнцефалографии, сформулированным Nuwer M. R. (1991) для Американского общества клинической электроэнцефалографии и принятым за основу Конгрессом по био-электромагнитной топографии (Амстердам, 1992).

Компьютерные методы анализа ЭЭГ в «Энцефалане-131-03» предусматривают цифровую фильтрацию сигналов в стандартных или произвольно заданных частотных диапазонах, оценку соотношения мощностей ЭЭГ в различных частотных диапазонах. Предполагается реализация комплексного анализа по распознаванию образов, таких как спайки, острые волны, спайк-волна, «разряды». Используются стандартные приемы оценки волновых процессов, включающие быстрое преобразование Фурье с получением спектров мощности, корреляционный, спектральный, когерентный анализ и накопление, статистические процедуры отличия от нормы, а также представление результатов обработки в виде графиков, таблиц, топографических карт, представляющих распределение того или иного параметра по

поверхности мозга или в его глубине — (трехмерная локализация источника активности мозга).

Не подлежит сомнению перспективность и целесообразность применения компьютерных методов анализа в научных исследованиях, поскольку они направлены на выявление фактов, критериев и закономерностей ранее неизвестных. «Энцефалан-131-03» предоставляет уникальные возможности для научных исследований, позволяя синхронно регистрировать и анализировать «сырые» ЭЭГ, одиночные вызванные потенциалы, межэлектродные сопротивления, сверхмедленные потенциалы головного мозга по 21 отведению, а также различные физиологические сигналы по полиграфическим каналам в любых сочетаниях. Программируемая стимуляция с использованием двухканальных, независимо управляемых, фоно- и фотостимуляторов, электростимулятора и видеостимулятора (могут предъявляться слова, символы, вопросы, зрительные образы, в том числе и для подсознательного восприятия), дополнительный интерфейс для внешних устройств, а также наличие канала обратной связи с испытуемым (пульт оператора) позволяют проводить сложные психофизиологические эксперименты, связанные с операторской деятельностью, исследованием когнитивных процессов, объективным психоанализом и тестированием, а также с функциональным биоуправлением.

Благодаря применению компьютерных информационных технологий, все большее распространение получают полномасштабные исследования вызванных потенциалов мозга различных модальностей и латентностей, приобретающие важное клинико-диагностическое значение для оценки функционального состояния и мониторирования ВП, отражающих работу различных структур мозга в неврологии, нейрохирургии, педиатрии, отоневрологии (Гнездицкий В.В., 1997). Исследования ВП необходимы при нарушениях мозгового кровообращения, инсульте, рассеянном склерозе и других демиелинизирующих заболеваниях, метаболических и токсикологических нарушениях, гепатоцеребральной дистрофии, опухолях головного мозга, нейродегенеративных заболеваниях, эпилепсии, деменции различного генеза, последствиях черепно-мозговой травмы, коме и вегетативных состояниях, интраоперационном и реанимационном мониторинге, при оценке смерти мозга.

В созданных НПКФ «Медиком ЛТД» приборах (анализатор «Энцефалан-131-01», электроэнцефалограф-анализатор «Энцефалан-131-03» и нейромиоанализатор «Нейромиан») используются уникальные алгоритмы и методы обработки сверхмалых электрических откликов мозга как на внешние стимулы разнообразной природы — зрительные, слуховые и электрические, так и на эндогенные события, связанные с ожиданием, опознанием и принятием решения. Для уточнения диагноза и тяжести заболевания можно использовать не один какой-либо тип ВП, а целый комплекс ВП, то есть проводить мультимодальное исследование, причем с возможностью объективной оценки функциональной асимметрии за счет независимой двухканальной стимуляции. Современные методы картирования и трехмерной многошаговой дипольной локализации источников ЭЭГ и ВП позволяют также оценить полную картину потенциального поля компонентов ответов мозга: наличие экстремумов, выраженность градиента и т.п. На основе исследования топографии тех или иных компонентов ВП проводится восстановление первичной зоны генерации и ориентации, определяющей распространение активности от интересующих источников.

Сочетание современных компьютерных технологий и новейшей микроэлектронной элементной базы — цифровых процессоров обработки сигналов, фильтров, высококачественных усилителей и аналого-цифровых преобразователей, предоставляет возможность широкого внедрения в диагностику нервно-мышечных заболеваний электромиографии (Гехт Б. М. и др., 1997). С помощью нейромиоанализатора НМА-4-01 «Нейромиан» можно проводить электромиографические исследования, используя как широко употребимые методики, так и специфические, предназначенные для углубленной

---

## II. Аппаратные и программные средства медицинской диагностики и терапии

---

дифференцированной диагностики нервно-мышечной патологии. Четырехканальный нейромиоанализатор обеспечивает тестирование скорости распространения возбуждения по двигательным и чувствительным волокнам периферических нервов, позволяет получить интегральные характеристики отдельных мышц и мышечных групп, выявить стадию денервационно-реиннервационного процесса, исследовать состояние периферического нерва на самом проксимальном его участке, оценить статус корешка нерва, сегментарного аппарата спинного мозга. Реализация этих исследований имеет ряд особенностей, как программных, так и аппаратных. Например, при оценке состояния центральных систем регуляции двигательных функций используются два разных динамических диапазона усилителей для адекватного представления прямого и рефлекторного ответов. Методика исследования потенциалов двигательных единиц, в которой реализованы оригинальные алгоритмы выделения потенциалов в автоматическом режиме, предоставляет исследователю качественную и количественную оценку спонтанной активности.

Новая разработка НПКФ «Медиком ЛТД» — реограф-полианализатор для комплексного исследования параметров кровообращения «РЕАН-ПОЛИ». В нем также широко используются компьютерные технологии, предназначен для оценки состояния различных звеньев сердечно-сосудистой системы, центральной гемодинамики (тетраполярная грудная реография по Кубичеку, интегральная реография по Тищенко), мозгового кровообращения (реоэнцефалография), периферического кровообращения (реовазография — плечо, предплечье, кисть, пальцы рук, бедро, голень, стопа в различных сочетаниях), кровообращения внутренних органов (реогепатография, реопульмонография, реоренография), а также адаптационных реакций сердечно-сосудистой и вегетативной нервной системы на внешние воздействия методами реографии и полиреографии. Применяется «РЕАН-ПОЛИ» для мониторирования и оценки основных количественных показателей системного кровообращения (ударный объем крови, частота сердечных сокращений, вероятностный минутный объем крови, ударный индекс, сердечный индекс, показатели периферического сосудистого сопротивления и др.). Реограф содержит 4 реографических и 4 универсальных полиграфических канала, которые, в зависимости от методики исследования, могут использоваться для съема таких физиологических сигналов как ЭКГ, ФПГ, ПГ, КГР, биопотенциалы любого происхождения, фонокардиограмма (ФКГ) и др. Важным отличием нового реографа-полианализатора от известных является использование реографических каналов для биполярного и тетраполярного съема реограмм любых бассейнов кровообращения при настраиваемой в широком диапазоне частоте зондирования тока и применение принципа временного разделения (Патент РФ №207984 от 20.05.1997 г. Патенто-обладатель НПКФ «Медиком ЛТД»). Это позволяет корректно (без взаимного влияния токов разных каналов друг на друга) проводить комплексные исследования кровообращения. В приборе также предусмотрена дополнительная возможность подключения различных устройств, например, автоматического измерителя артериального давления, компрессора для окклюзионных проб, устройств для стимуляции и тестовых воздействий, что расширяет спектр возможных приложений прибора.

На сегодняшний день актуальной задачей является ранняя донозологическая диагностика нарушений регуляторного характера, вызванных ухудшением экологической обстановки, стрессами, связанными с экстремальными ситуациями, информационными перегрузками, социальными условиями, и корректировка этих нарушений по возможности немедикаментозными методами. Решению этой задачи может способствовать создание лечебно-диагностических и реабилитационных комплексов и приборов для осуществления процедур функционального биоуправления (ФБУ), основанных на принципе биологической

обратной связи (БОС). Как реабилитационный прием БОС призвана мобилизовать и расширить функциональный резерв, улучшить нервную регуляцию и функциональное взаимодействие между физиологическими системами. Методы ФБУ эффективны при дисфункциях и дисбалансе управляющих и гомеостатических процессов организма под влиянием перенапряжения, утомления, а также при функциональной и органической патологии различного характера. Они позволяют осуществлять динамическое тестирование регуляционных свойств организма, определять тип физиологической реакции на стресс, выбирать оптимальный набор физиологических параметров и форм предъявления сигналов для организации контура БОС, формировать для каждого пациента индивидуальную стратегию обучения и контроля эффективности процедур. Компьютерные информационные технологии, применяемые для осуществления ФБУ с БОС, дают гибкие возможности по отображению как первичных физиологических сигналов и результатов тренинга, так и сигналов БОС в виде графиков, диаграмм, различных образов, игровых ситуаций, средствами компьютерной графики и синтеза звука, что значительно повышает эффективность процедуры ФБУ. Так, например, комплекс реабилитационный психофизиологический для тренинга с БОС «РЕАКОР» (НПКФ «Медиком ЛТД»), использующий такую технологию, позволяет осуществлять процедуру ФБУ по параметрам наиболее важных физиологических процессов — ЭМГ, ЭЭГ, КГР, частоте сердечных сокращений (ЧСС), параметрам гемодинамики и температуры. При этом возможна мультипараметрическая и полифункциональная обратная связь. В первом случае используются несколько сигналов, отражающих параметры какой-то одной системы организма, например сигналы о соотношении ритмов ЭЭГ (канонограмма) или о вероятности переходов из одного ритма в другой. Во втором случае одновременные или последовательные сигналы относятся к различным системам организма, например ЦНС (ЭЭГ) и ВНС (ЧСС). С помощью комплекса может быть осуществлено два вида биоуправления: специфическое, когда обучаемая функция непосредственно коррелирует с клиническими симптомами, и неспецифическое, когда получаемый в результате биоуправления терапевтический эффект не связан прямо с механизмами обратной связи. Важным является то, что повышение эмоциональной устойчивости, достигаемое с помощью ФБУ с БОС по КГР, приводит не только к стойкому снижению личностной тревожности, но и к повышению резистентности организма к различным психическим, биологическим и физическим факторам среды обитания и деятельности.

Представленный краткий обзор возможностей компьютерных технологий, реализованных в доступных вам уже сегодня изделиях НПКФ «Медиком ЛТД», свидетельствует о реальности перевода диагностических и реабилитационных процедур на качественно новый уровень.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гехт Б. М., Касаткина Л. Ф., Самойлов М. И., Санадзе А. Г. Электромиография в диагностике нервно-мышечных заболеваний. — Таганрог: Изд-во ТРТУ. — 1997.— 370с.
2. Гнездецкий В. В. Вызванные потенциалы мозга. — Таганрог: Изд-во ТРТУ. — 1997.— 252с.
3. Зенков Л. Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии). — Таганрог: Изд-во ТРТУ. — 1996.— 358с.