

6. Semlitsch M.: Stand der Werkstofftechnik des Zweymueller-Hueftprothesensystems nach 10 Jahren klinischer Praxis. In: 10 Jahre Zweymueller-Hueftendoprothese. Huber, Bern; Stuttgart; Toronto, 1990, S. 14–22.

7. Stephensen P.K., Freeman M.A.R., Revell P.A. and all.: The effect of hydroxyapatite coating on ingrowth of bone into cavities in an implant. J. of Arthroplasty, 1991, V.6, N1, P.51–58.

8. Lennox D.W., Schofield B.H., McDonald D.F.: A histologic comprasion of aseptic loosening of cemented, press-fit, and biologic ingrowth prostheses. — Clin.Orthop. — 1987. — B.225. — P.171–179.

УДК 615.47

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСА МНОГОКАНАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ

Сеньковский К.Г., Осипов А.Н.

*Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники
Минск, Беларусь*

Современные системы электростимуляции скелетных мышц человека должны удовлетворять широкому спектру требований: многоканальность, различные виды стимулирующего сигнала, наличие обратной связи, возможность получения, анализа и хранения диагностической информации, удобный интерфейс и интуитивно понятное управление, безопасность и др.

Одним из перспективных подходов является создание систем электростимуляции с использованием современных компьютерных технологий. Современные персональные компьютеры (ПК) предоставляют возможность быстрого подключения внешних устройств, большое разнообразие средств и методов написания программного обеспечения. Это позволяет реализовать обмен с устройствами ввода-вывода информации, обработку этой информации, ее упорядоченное хранение и дальнейшие преобразования.

Возможны два варианта построения систем: использование мультипроцессорной системы, в которой интерфейсные функции разделены с функциями управления стимулятором или использование мощной однопроцессорной системы. Реализация второго варианта сопряжена с определенными трудностями и значительными финансовыми затратами. Более приемлемым является второй вариант, в котором низкоуровневые функции управления сти-

мулятором возлагаются на внешний микропроцессор (МП) или микроконтроллер (МК). Целесообразным является использование в качестве внешних PIC-микроконтроллеров, основными достоинствами которых, являются доступность и дешевизна при широком ассортименте и функциональности.

При разработке системы возникает задача выбора интерфейса для обмена информацией между ПК и внешним МК. Возможно использование внешних портов или изготовление оригинального адаптера, встраиваемого в ПК. Последний применяется в силу необходимости, когда использование стандартных каналов передачи информации невозможно (высокая скорость обмена, сложная конфигурация системы и т.д.) [1]. Последовательный порт компьютера (COM-порт) — один из самых широко распространенных интерфейсов, который обеспечивает достаточную для электростимулятора скорость обмена. Более перспективным является USB-порт, допускающий «горячее» подключение. Однако для его использования необходимы специализированные интерфейсные микросхемы. В связи с этим, обмен данными между аппаратной частью комплекса и ПК реализован через последовательный порт компьютера.

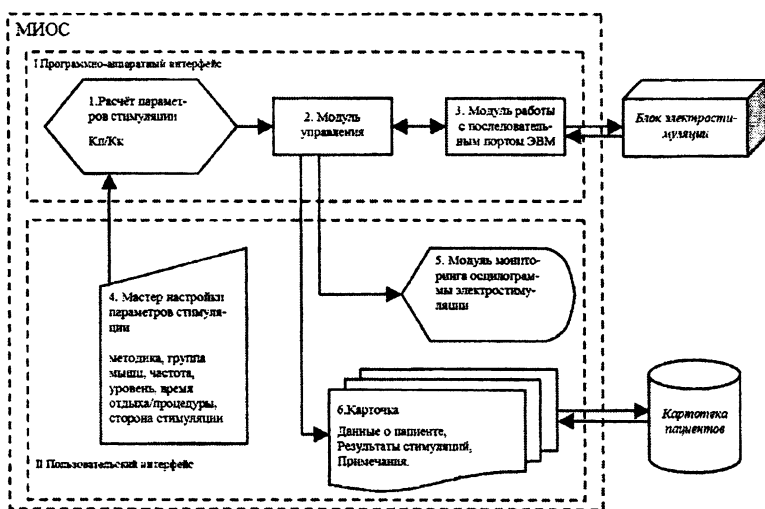


Рис. 1. Структура программного обеспечения комплекса электростимуляции

Разработано программное обеспечение программно-аппаратного комплекса с биотехнической обратной связью (БТОС) для стимуляции скелетных мышц человека, позволяющее синтезировать сигналы стимуляции с сгибаю-

ними на основе эталонных миограмм и осуществлять их вывод синхронно с аудиовизуальными показателями. Структура ПО представлена на рис. 1.

Три основных составляющих ПО — это картотека пациентов (в которую вносятся его личные данные и информация медицинского назначения: диагноз, примечания врача, вид и параметры проводимой процедуры, история проведения процедур, информация об эффективности проводимых процедур), пользовательский интерфейс (позволяет работать с картотекой, задавать параметры процедуры, просматривать результаты процедур, запускать процедуру, осуществлять вывод аудиовизуальной информации) и программно-аппаратный интерфейс (обеспечивающий обмен информацией между ПК и стимулятором).

Алгоритм работы врача с ПО следующий. Создается новая карточка пациента или выбирается существующая из базы данных (БД). Далее для начала процедуры необходимо последовательно ввести все параметры стимуляции (возможность задания неверных или неопределенных значений исключается). В качестве параметров процедуры, используются: методика стимуляции (верхних, нижних конечностей, Хафшмидта, сложное движение руки) и все параметры (последовательность мышц, длительности посылок, отдыха и всей процедуры), род стимулирующего тока (прямоугольные, остроконечные импульсы, синусоидальный), частота модулирующего сигнала (непрерывный, 33, 50, 75, 100 Гц); проводится электродиагностика. Важным аспектом являются параметры стимулирующего воздействия (частота, форма, амплитуда, длительность воздействия и т.д.). Необходимо, чтобы электрический сигнал по своему физиологическому действию был адекватен естественным сигналам, вызывающим активность мышц. Известен метод [2], когда в качестве огибающей стимулирующего сигнала применяется естественная электрическая активность мышц донора. Однако, несмотря на достижения в области обработки сигналов, реализация данного подхода сопряжена с определенными трудностями — необходимо обеспечить высокую помехоустойчивость, не точно определены параметры интегрирования миограммы и т.д. В связи с этим, предложено использовать программный синтез сигналов на основе эталонных интегрированных миограмм. Обработка эталонных миограмм выполнена на этапе разработки ПО на основе анализа спектральных характеристик. Выбор огибающей осуществляется по конституционному, возрастному признакам, с учетом степени поражения мышечных групп на основании результатов электродиагностики.

Программно-аппаратный комплекс позволяет реализовать двухконтурную обратную связь [3,4]. По контуру биотехнической обратной связи передаются электрические параметры, характеризующие биологическое состоя-

ние объекта. На основе данной информации в соответствии с целевой функцией, ПО автоматически корректирует в реальном масштабе времени сигнал воздействия на пациента. Таким образом, осуществляется согласование параметров биообъекта и технических компонентов системы, выработка оптимального лечебного воздействия. Контур биологической обратной связи, основной задачей которой является обучение саморегуляции, представляет пациенту текущие значения его физиологических параметров и демонстрирует вызванное, соответствующее сокращаемым группам мышц, движение синхронно с подаваемым сигналом. Таким образом, достигаемый терапевтический эффект помимо физиологической составляющей обусловлен и значительной положительной психоэмоциональной составляющей.

Работа программы осуществляется под управлением операционной системы Windows и имеет удобный интерфейс. Обмен данными между аппаратной частью комплекса и ПК реализован через последовательный порт компьютера. Разработанное программное обеспечение не требует больших навыков работы на ПК и значительно упрощает проведение комплекса реабилитационных мероприятий.

Литература

1. Применение универсального последовательного интерфейса USB в компьютерных медицинских комплексах / Е.И. Ветвицкий, А.В. Плотников, Д.А. Прилуцкий, С.В. Селищев // Медицинская техника. — 2000. №4. — С. 3–8.

2. «Миотон» в управлении движениями / Алеев Л.С., Вовк М.И., Горбачев В.Н., Шевченко А.Б. — Киев: Наук.думка, 1980. — 144с.

3. Осипов А.Н., Сеньковский К.Г., Дик С.К. Сложная биотехническая обратная связь в системах электростимуляции // Труды научно-практич. конф. «Электростимуляция — 2002». — М.: ЗАО «ВНИИМП-ВИТА» (НИИ медицинского приборостроения РАМН), 2002. — С. 269–274.

Система с биотехнической обратной связью для электростимуляции скелетных мышц / А.Н. Осипов, С.К. Дик, Ю.Г. Дегтярев, К.Г. Сеньковский // Проблемы проектирования и производства радиоэлектронных средств: Матер. II Международ. научно-техн. конф. — Новополюцк: ПГУ, 2002. — Т. 1. — С. 244–247.