

ТРЕХКАНАЛЬНЫЙ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ БЛОК ИМПУЛЬСНОГО УПРАВЛЕНИЯ МПБ-3С/500

**Кипенский А.В., Сокол Е.И., Король Е.И. Бизид Лассаад,
Куличенко В.В., Томашевский Р.С., Лукьянчук Д.П.**

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», кафедра «Промышленная и биомедицинская электроника», лаборатория биомедицинской электроники
Украина, 61002, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21; тел.: +38(057)7076237, 7076937;
e-mail: korol@kpi.kharkov.ua

Детский церебральный паралич (ДЦП) проявляется в раннем детском возрасте двигательными нарушениями. Выраженность симптоматики зависит от распространенности поражения головного мозга и колеблется от легкой до грубой, приводящей к тяжелой инвалидизации. Лечение ДЦП проводят главным образом путем тренировки психических и физических функций с помощью специальных методик. В последние годы наряду с такими тренировками все шире начинают использоваться методы лечения искусственно созданными факторами различной физической природы. Одно из ведущих мест здесь занимает фототерапия. В частности, Научно-производственной медико-биологической корпорацией «Лазер и Здоровье» (г. Харьков) выпускаются аппараты квантовой терапии Коробова-Козьявкина «Барва-ФЦ/150» и «Барва-ФК/200». Эти аппараты предназначены для облучения конечностей пациентов электромагнитным излучением (ЭМИ) инфракрасного (ИК), красного и синего спектров.

Цель данной работы состояла в расширении функциональных возможностей аппаратов квантовой терапии Коробова-Козьявкина «Барва-ФЦ/150» и «Барва-ФК/200» путем модуляции ЭМИ ИК и видимого спектра, а также строгого дозирования облучения по продолжительности.

Для достижения поставленной цели в лаборатории биомедицинской электроники НТУ «ХПИ» по заказу Корпорации «Лазер и Здоровье» был разработан трехканальный микропроцессорный блок импульсного управления МПБ-3С/500.

Блок управления МПБ-3С/500 (см. рис. 1) обеспечивает работу аппаратов квантовой терапии Коробова-Козьявкина «Барва-ФЦ/150» и «Барва-ФК/200» в четырех режимах:

- непрерывный режим – воздействие немодулированным ЭМИ;
- импульсный режим – воздействие модулированным ЭМИ с частотой модуляции f_M от 1 до 99 Гц и скважностью $Q = 2$ (длительность импульса равна половине периода);
- первый сканирующий режим – воздействие модулированным ЭМИ с частотой модуляции f_M , изменяющейся по пилообразному закону в диапазоне от 1 до 10 Гц (при $Q = 2$), и периодом сканирования 60 с;

– второй сканирующий режим – воздействие модулированным ЭМИ с частотой модуляции f_M , изменяющейся по пилообразному закону в диапазоне от 10 до 100 Гц (при $Q = 2$), и периодом сканирования 60 с.

Продолжительность облучения устанавливается в диапазоне от 1 до 99 мин с дискретностью 1 мин.



Рис. 1. Микропроцессорный блок импульсного управления МПБ-3С/500

Функциональная схема блока управления МПБ-3С/500 приведена на рис. 2. Принцип его действия основан на преобразовании переменного напряжения питающей сети (~ 220 В) в стабилизированное постоянное или импульсное напряжение для питания особо ярких светодиодов, которые используются в аппаратах квантовой терапии в качестве излучателей. В светодиодах происходит непосредственное преобразование электрической энергии в ЭМИ ИК и видимой части спектра. При этом форма импульса излучения будет близка к форме импульса напряжения, прикладываемого к светодиоду.

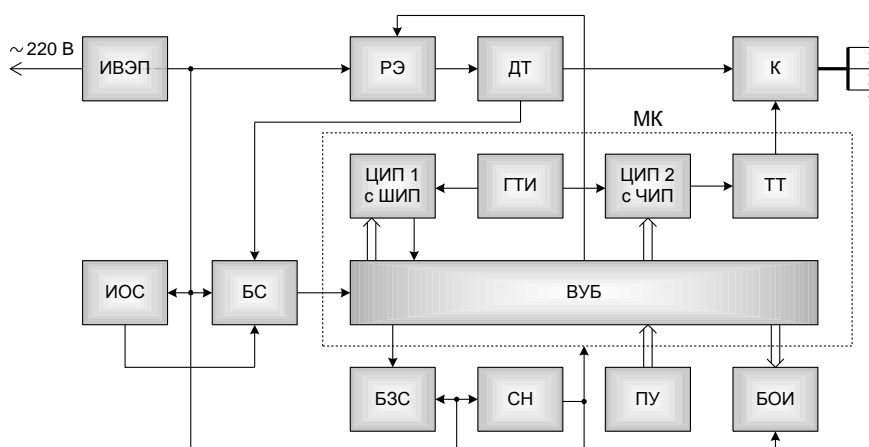


Рис. 2. Функциональная электрическая схема микропроцессорного блока импульсного управления МПБ-3С/500:

ИВЭП – источник вторичного электропитания; РЭ – релейный элемент; ДТ – датчик тока; К – коммутатор; ЦИП 1 с ШИП – цифро-импульсный преобразователь с широтно-импульсным законом преобразования; ГТИ – генератор тактовых импульсов; ЦИП 2 с ЧИП – цифро-импульсный преобразователь с частотно-импульсным законом преобразования; ТТ – Т-триггер; ИОС – источник опорного сигнала; БС – блок сравнения; ВУБ – вычислительно-управляющий блок; БЗС – блок звуковой сигнализации; СН – стабилизатор напряжения; ПУ – пульт управления; БОИ – блок отображения информации

Различные режимы работы аппаратов квантовой терапии «Барва-ФЦ/150» и «Барва-ФК/200», а также дозирование облучения по продолжительности обеспечиваются в блоке управления МПБ-3С/500 микроконтроллером (МК), который реализует новую концепцию микропроцессорного импульсного управления, основанную на положениях теории цифро-импульсных и импульсно-цифровых преобразований.

Мощность ЭМИ аппаратов квантовой терапии в непрерывном режиме (НР) работы имеет максимальное значение и составляет

$$P_{НР} = n \cdot P_{VD},$$

где n – количество светодиодов в аппаратах квантовой терапии – 180 в аппарате «Барва ФЦ/150» и 450 в аппарате «Барва ФК/200»;

$$P_{VD} = 5 \text{ мВт} – \text{мощность излучения одного светодиода.}$$

Среднее значение мощности ЭМИ в импульсном (ИР) (при любой заданной частоте модуляции) и в любом из сканирующих (СР) режимах будет в два раза меньше чем в непрерывном режиме

$$P_{ИР} = P_{СР} = P_{НР} / Q,$$

где $Q = 2$ – скважность импульсов.

Изменение частоты модуляции f_M ЭМИ аппаратов квантовой терапии «Барва-ФЦ/150» и «Барва-ФК/200» в сканирующих режимах на периоде сканирования определяется выражением

$$f_M(t) = \Delta f_{Mi} \left(1 + \left[\frac{t}{\Delta t} \right] \right),$$

где Δf_{Mi} – дискретность изменения частоты модуляции:

– в первом сканирующем режиме $\Delta f_{M1} = 1 \text{ Гц}$;

– во втором сканирующем режиме $\Delta f_{M2} = 10 \text{ Гц}$;

t – текущее время в пределах периода сканирования $T_{СК} = 60 \text{ с}$;

$\Delta t = 6 \text{ с}$ – временной интервал формирования неизменного значения частоты модуляции в сканирующих режимах;

$\left[\frac{t}{\Delta t} \right]$ – целая часть частного от деления.

При указанных условиях сканирования, изменение частоты модуляции ЭМИ на интервале периода сканирования будет соответствовать диаграммам, приведенным на рис. 3.

В блоке управления предусмотрена защита от перегрузок по току в выходной цепи. При возникновении такой перегрузки аппараты квантовой терапии отключаются коммутатором (см. рис. 2), а прерывистое свечение красным цветом индикатора аварийной ситуации указывает на возникновение аварии. Если отключение аппаратов произошло, то через 2 с производится их автоматическое повторное включение (АПВ) и при отсутствии перегрузки по току блок управления возобновляет свою работу (процесс облучения может быть продолжен). На интервале проведения одного облучения допускается не более четырех АПВ.

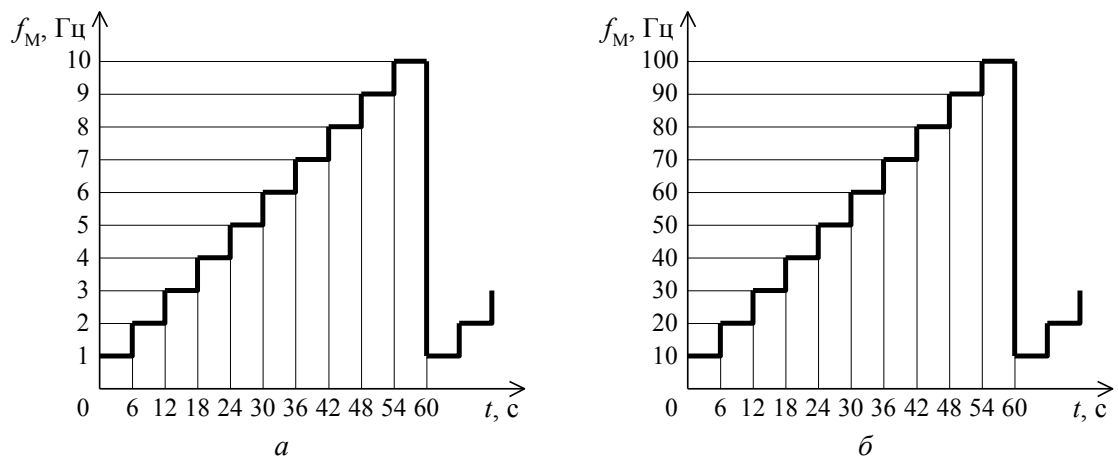


Рис. 3. Изменение частоты модуляции ЭМИ аппаратов квантовой терапии в первом (а) и втором (б) сканирующих режимах

В том случае, если перегрузка по току имеет устойчивый характер (например, глухое короткое замыкание в кабеле аппарата), то после пятого АПВ аппараты окончательно отключаются релейным элементом. При этом на индикаторе «ЧАСТОТА Гц» будут отображаться символы «—», а на индикаторе «ТАЙМЕР мин» будет указана продолжительность временного интервала, оставшегося до окончания облучения. Прерывистые звуковой сигнал и свечение красным цветом индикатора аварийной ситуации будут дополнительно указывать на устойчивую перегрузку по току, при которой дальнейшая эксплуатация блока управления недопустима.

Если, из-за выхода из строя ключевых элементов коммутатора, аппараты квантовой терапии при возникновении перегрузки отключены не были, то они отключаются релейным элементом. При этом индикаторы укажут на возникновение аварийной ситуации, при которой дальнейшая эксплуатация блока управления становится невозможной.

Экспериментальные исследования опытных образцов трехканального микропроцессорного блока импульсного управления МПБ-3С/500, нагруженных аппаратами квантовой терапии Коробова-Козьявкина «Барва-ФЦ/150» и «Барва-ФК/200», подтвердили работоспособность блоков управления в различных режимах и полное их соответствие техническому заданию.

У авторов нет сомнений, что использование в медицинской практике аппаратов квантовой терапии Коробова-Козьявкина «Барва-ФЦ/150» и «Барва-ФК/200» совместно с микропроцессорными блоками импульсного управления МПБ-3С/500 позволит повысить эффективность метода фототерапии в лечении ДЦП и других заболеваний.