

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ФОТОТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ АППАРАТОВ КОРПОРАЦИИ «ЛАЗЕР И ЗДОРОВЬЕ»

**Сокол Е.И., Кипенский А.В., Король Е.И., Куличенко В.В.,
Коробов А.М.*, Коробов В.А.***

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

*НИИ лазерной биологии и лазерной медицины,
Украина, 61077, г. Харьков, пл. Свободы, 4; тел.: +38(0572)548037;
тел./факс: +38(057)7075191; e-mail: LBLM@univer.kharkov.ua

За последние годы Научно-производственной медико-биологической корпорацией «Лазер и Здоровье» было разработано несколько десятков фототерапевтических аппаратов на основе полупроводниковых лазеров и светоизлучающих диодов, генерирующих электромагнитное излучение (ЭМИ) инфракрасной (ИК) и видимой части спектра. Однако, следует отметить, что наибольшим спросом пользуются фотонные матрицы «Барва-Флекс» (с длиной волны излучений 470, 525, 565, 595, 660 и 940 нм), лазерный массажер «Барва-ЛМК» ($\lambda = 650$ нм) и фотонный зонд «Барва-ГПУ» ($\lambda = 660, 840-940$ нм). Эти аппараты нашли широкое применение в неврологии, кардиологии, пульмонологии, гинекологии, проктологии, урологии, отоларингологии, стоматологии, гастроэнтерологии, дерматологии, при заболеваниях опорно-двигательного аппарата, варикозном расширении вен, целлюлите, синдроме хронической усталости, в спортивной медицине для подготовки спортсменов к соревнованиям, в домашних условиях для индивидуального лечения и профилактики целого ряда различных заболеваний. Для электропитания указанных аппаратов ранее использовались сетевые блоки питания (преобразователи переменного напряжения 220 В с частотой 50 Гц в постоянное напряжение 14 В), обеспечивающие работу аппаратов только в непрерывном режиме.

При определении перспектив расширения функциональных возможностей указанных аппаратов, особое внимание было уделено решению задачи модуляции ЭМИ. Именно модулированное ЭМИ ИК и видимой части спектра позволяет достичь высокоселективного действия на конкретные клеточные структуры или макромолекулы для максимально результирующей биологической реакции. Разработка новых блоков управления (БУ) для фототерапевтических аппаратов была выполнена совместными усилиями специалистов Национального технического университета «ХПИ» и НИИ лазерной биологии и лазерной медицины. При разработке БУ была использована усовершенствованная концепция построения микропроцессорных систем импульсного управления, основанная на положениях теории цифро-импульсных и импульсно-цифровых преобразований. В настоящее время, разработаны, изготовлены и успешно прошли технические испытания три модели микро-

процессорных блоков импульсного управления (МПБИУ). Варианты возможного использования МПБИУ сведены в табл. 1, а основные технические данные – приведены в табл. 2.

Таблица 1 – Варианты использования МПБИУ

Модель МПБИУ	Нагрузка МПБИУ
«БАРВА-МПБ 2С/80»	Фотонная матрица + фотонная матрица
	Фотонный зонд + фотонная матрица
«БАРВА-МПБ 5С/20»	Полихромный массажер + фотонная матрица + фотонная матрица
	Фотонный зонд + фотонная матрица
«БАРВА-МПБ 4С/175»	Полихромный массажер + фотонная матрица + фотонная матрица + фотонная матрица + фотонная матрица
	Лазерный массажер + фотонная матрица + фотонная матрица + фотонная матрица
	Фотонный зонд + фотонная матрица + фотонная матрица + фотонная матрица

Знак « + » соответствует условию необязательного подключения.

Таблица 2 – Параметры МПБИУ

Параметр	Ед. изм.	Модель МПБИУ		
		«БАРВА МПБ-2С/80»	«БАРВА МПБ-5С/20»	«БАРВА МПБ-4С/175»
Напряжение питания	В	220 ± 22		
Потребляемая мощность, не более	ВА	5	7	16
Выходное напряжение	В	14		
Максимальный суммарный выходной ток	мА	200	300	700
Частота модуляции ЭМИ	Гц	1 – 99		
Относительная мощность ЭМИ	%	50, 100		1 – 100
Продолжительность облучения	мин	1 – 99		
Габаритные размеры	мм	195×140×55		220×220×90

Структуры МПБИУ разных моделей аналогичны и могут быть рассмотрены на примере пятиканального микропроцессорного блока синхронного импульсного управления «БАРВА-МПБ 5С/20», внешний вид которого показан на рис. 1.

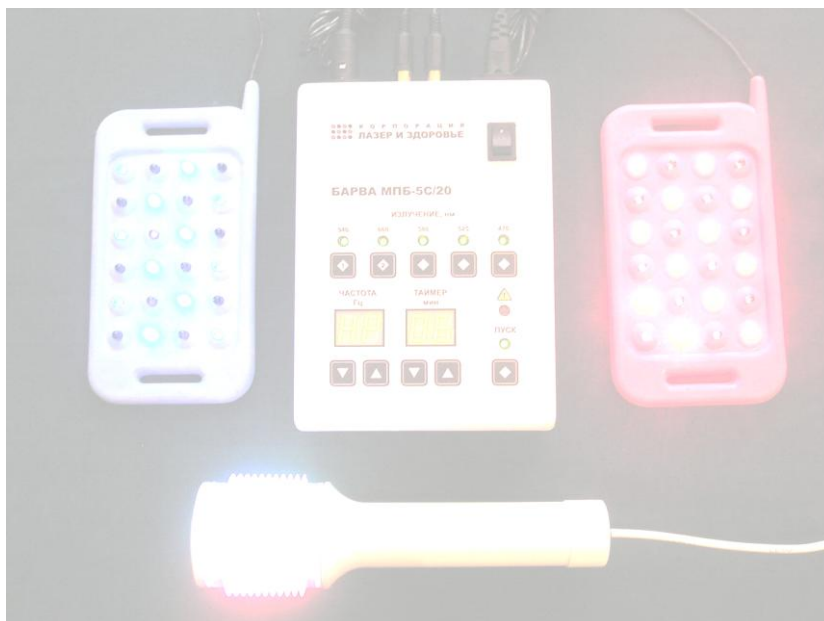


Рисунок 1 – Внешний вид МПБИУ «БАРВА-МПБ 5С/20»

В МПБИУ «БАРВА-МПБ 5С/20» могут быть выделены следующие составные части (см. рис. 2):

- МК – микроконтроллер, выполняющий функции блока обработки информации (БОИ), поступающей от пульта управления (ПУ) и блока сравнения (БС), на вход которого приходят сигналы от датчика тока (ДТ) и источника опорного сигнала (ИОС). Кроме того, МК выполняет функции импульсно-цифрового преобразователя с количественно-импульсным законом преобразования (ИЦП с КИП), обеспечивающего ограничение количества автоматических повторных включений (АПВ) после отключений, вызванных возникновением аварийной ситуации; первого цифро-импульсного преобразователя с широтно-импульсным законом преобразования (ЦИП1 с ШИП), осуществляющего ограничение продолжительности облучения; второго цифро-импульсного преобразователя с частотно-импульсным законом преобразования (ЦИП2 с ЧИП), формирующего период следования импульсов выходного напряжения МПБИУ в импульсном режиме работы, и третьего цифро-импульсного преобразователя с широтно-импульсным законом преобразования (ЦИП3 с ШИП), формирующего длительность этих импульсов;

- ПУ – пульт управления, позволяющий выбирать режим работы МПБИУ (непрерывный или импульсный), задавать частоту модуляции в герцах (при импульсном режиме работы) и продолжительность облучения в минутах, выбирать длину волны излучения (или их комбинации) при работе с полихромным массажером или подключать фотонные матрицы;

- БСИ – блок световой индикации предназначенный для отображения непрерывного режима облучения или значения заданной частоты модуляции ЭМИ в импульсном режиме облучения; продолжительности облучения, за-

данной до процесса облучения или оставшейся до окончания облучения после его начала; длины волны ЭМИ полихромного массажера или номера подключенной фотонной матрицы; информации о работе МПБИУ и о возникновении аварийной ситуации;

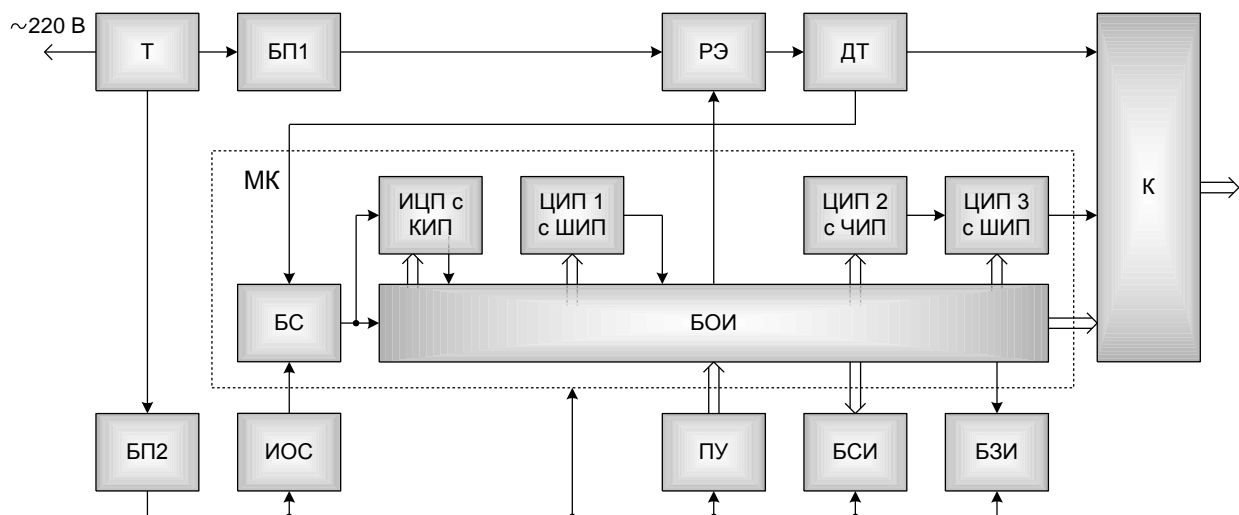


Рисунок 2 – Структурная схема пятиканального микропроцессорного блока синхронного импульсного управления «БАРВА-МПБ 5С/20»

- БЗИ – блок звуковой индикации, предназначенный для сигнализации о начале и окончании процесса облучения, а также для дополнительной сигнализации о возникновении аварийной ситуации;
- Т – сетевой трансформатор, обеспечивающий гальваническую развязку МПБИУ от питающей сети и понижающий ее напряжение до уровней, необходимых для питания элементов схемы;
- БП1 – первый блок питания, предназначенный для стабилизации напряжения на основном и дополнительных выходах МПБИУ на уровне 14 В;
- РЭ – релейный элемент, предназначенный для отключения выхода первого блока питания от последующих блоков и выходов МПБИУ;
- ДТ – датчик тока, позволяющий контролировать суммарный выходной ток МПБИУ для организации защиты при возникновении перегрузок по току;
- К – коммутатор, обеспечивающий коммутацию тока в выходных цепях МПБИУ при выборе длины волны ЭМИ полихромного массажера и номера фотонной матрицы, а также модуляцию светового потока в импульсном режиме работы;
- БП2 – второй блок питания, предназначенный для стабилизации напряжения на уровне 5 В, которое необходимо для питания микроконтроллера и других блоков аппарата;

- ИОС – источник опорного сигнала, предназначенный для формирования сигнала, пропорционального предельно допустимому суммарному значению выходного тока МПБИУ.

Работа МПБИУ основана на преобразовании переменного напряжения питающей сети в стабилизированное постоянное или импульсное напряжение для питания светодиодов полихромного массажера и фотонных матриц, где 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 нагрузке. При работе МПБИУ в непрерывном режиме излучение будет непрерывным, а мощность излучения – максимальной. В импульсном режиме МПБИУ при любой установленной частоте модуляции, скважность выходного напряжения будет равна 2 (длительность импульса равна половине периода), а мощность излучения при этом будет в два раза меньше, чем в непрерывном режиме. По окончании установленной продолжительности облучения блок управления производит автоматическое отключение нагрузки и подает короткий звуковой сигнал.

При возникновении кратковременных перегрузок по току в выходной цепи МПБИУ предусмотрено отключение нагрузки с помощью коммутатора и их АПВ через 2 с. В том случае, если имеет место устойчивая перегрузка по току, цепь питания нагрузки отключаются релейным элементом, а световая и звуковая сигнализации укажут на возникновение аварийной ситуации. Дальнейшая эксплуатация МПБИУ при этом становится невозможной.

Технические испытания опытных образцов всех рассмотренных МПБИУ показали, что отклонение выходного напряжения блока от номинального значения, даже при предельно-допустимом отклонении напряжения питающей сети ($\pm 10\%$), не превышает 2,2 %, отклонение частоты модуляции ЭМИ от установленного значения не превышает 0,15 %, а отклонение мощности ЭМИ – не превышает 3,5 %.

Использование микропроцессорных блоков для импульсного управления фототерапевтическими аппаратами позволяет существенно расширить их функциональные возможности, определить и обеспечить оптимальные параметры воздействия ЭМИ ИК и видимой части спектра для достижения наилучшего результата в каждом конкретном случае, а также облегчить условия проведения процедур фототерапии.