

Також в ході проведення даних досліджень було введено додатковий коефіцієнт, який корегує температуру опроміненої ділянки відповідно до температури оточуючого середовища.

Висновки

Оцінивши існуючі недоліки та переваги методу ІЧ термографії, можна зробити висновок, що подальше дослідження саме цієї методики, є не тільки доцільним, але й важливим. Температура шкіри і характер її неоднорідності служать інтегральним показником стану живого організму.

Запропоновані математичні моделі з введеним корегуючим коефіцієнтом дають нам можливість проводити вимірювання незалежно від температури оточуючого середовища. Та в будь-якому разі, свою увагу при розширенні можливостей термографії потрібно звертати на два основних напрямки: підвищення точності отримання абсолютних значень температур та покращення програмного забезпечення для обробки отриманих з ІЧ камер термозображень.

Література

1. Гираев К. М. Оптические исследования биотканей: определение показателей поглощения и рассеяния / К. М. Гираев, Н. А. Ашурбеков, О. В. Кобзев // Письма в ЖТФ. – 2003. – том 29, вып. 21. – С. 48.
2. Акімов Є. Б. Температурний портрет людини і його зв'язок з аеробною активністю і рівнем лактату в крові / Є. Б. Акімов, Р. С. Андрєєв, Ю. Н. Каленов, А. А. Кірдин, В. Д. Сонькін, А. Г. Тоневицький // Фізіологія людини. – 2010. – том 36, № 4. – С. 89 – 101.
3. Вайнер Б. Г. Матричное тепловидение в физиологии: Исследование сосудистых реакций, перспирации и терморегуляции у человека / Б. Г. Вайнер // Новосибирск: Изд-во СО РАН – 2004. – С. 96.
4. Инструкция по прохождению компьютерной термографии. – Режим доступа: <http://scanlife.com.ua/ru/scans/ct/instruction>.
5. Вейко В. П., Шахно Е. А. Сборник задач по лазерным технологиям. Изд. 3-е, испр. И дополн. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2007. – С. 8 – 11, 30 – 32
6. Терещенко М. Ф. Оцінка та контроль ефективності впливу на біологічний об'єкт лазерним випромінюванням / М. Ф. Терещенко, С. П. Якубовський // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. – 2012. – Вип. 44. – С. 90 – 97.

*Надійшла до редакції
10 квітня 2014 року*

© Тимчик Г. С., Терещенко М. Ф., Печена М. Р., 2014

УДК 621.391+612.16

КОМПЛЕКС КАРДИОМОНИТОРИНГА ПАЦИЕНТОВ В ПОВСЕДНЕВНЫХ УСЛОВИЯХ

Шуляк А. П., Шачиков А. Д.

*Национальный технический университет Украины "Киевский Политехнический Институт",
г. Киев, Украина*

Системы кардиомониторинга не обеспечивают необходимого охвата населения для преодоления проблемы сердечнососудистых заболеваний (ССЗ) и отстают в своем развитии

от возможностей современной электроники, измерительной и вычислительной техники, коммуникаций. Цель работы – подтвердить возможность создания распределенных комплексов непрерывного кардиомониторинга пациентов по данным пульсометрии с проведением тестов привычной физической нагрузкой для обнаружения напряженных состояний их сердечно-сосудистой системы (ССС), а также необходимости клинического обследования.

Предложен вариант структуры подобного комплекса, обоснованы требования к содержанию и временному режиму проведения тестов и их метрологическому обеспечению.

В целом, подтверждена техническая реализуемость таких комплексов и возможность снижения рисков критических состояний ССС за счет своевременного вскрытия напряженных ее состояний и сигнализации о необходимости принятия мер оказания помощи. Представленный вариант общей структуры и функционирования комплексов массового кардиомониторинга населения регионов по данным пульсометрии в повседневных условиях ранее не рассматривался.

Ключевые слова: комплексы кардиомониторинга, тестирование нагрузкой.

Введение

Проблема сердечнососудистых заболеваний (ССЗ) – одна из наиболее острых. Они могут проявляться внезапно, скоротечно, с тяжелыми последствиями, угрозой для жизни. Пациенты с ССЗ требуют постоянного наблюдения. Профилактика здоровых людей невозможна без регулярной оценки сердечнососудистой системы (ССС). Основу решения проблемы ССЗ могут создать комплексы массового мониторинга населения, уровень которых адекватен ее содержанию, возможностям электроники, измерительной техники, коммуникаций, информационным технологиям. Значительны резервы наблюдения населения в повседневных условиях. Цель работы – подтвердить техническую возможность создания комплексов кардиомониторинга для выявления нежелательных состояний практически в реальном времени и без отрыва пациентов от повседневной жизни. Предмет исследований – создание мониторинговых модулей массового пользователя.

Комплекс кардиомониторинга населения

Основные задачи мониторинга – допусковый контроль сиюминутного состояния ССС, оценка ее возможностей и резервов в обеспечении физической активности. Повседневная нагрузка играет роль воздействия для исследования ССС по возникающим реакциям. Пример – ходьба. Тестирование сводится к измерениям ЧСС, их обработке, связи с системами сигнализации и оказания помощи. Проста постоянная нагрузка. Комплекс мониторинга (рис. 1 а) – распределенный, с первичными элементами в местах их жизнедеятельности населения.

Центральная часть обеспечивает данными системы оказания помощи. Схема модуля представлена на рис. 1 б. Он может быть аксессуаром в виде кольца на палец руки и браслета – для основной части. Вариант сенсора – излучатель и приемник света для восприятия пульсаций. Такой вариант структуры комплекса подтверждает техническую реализуемость мониторинга по ходу жизни населения.

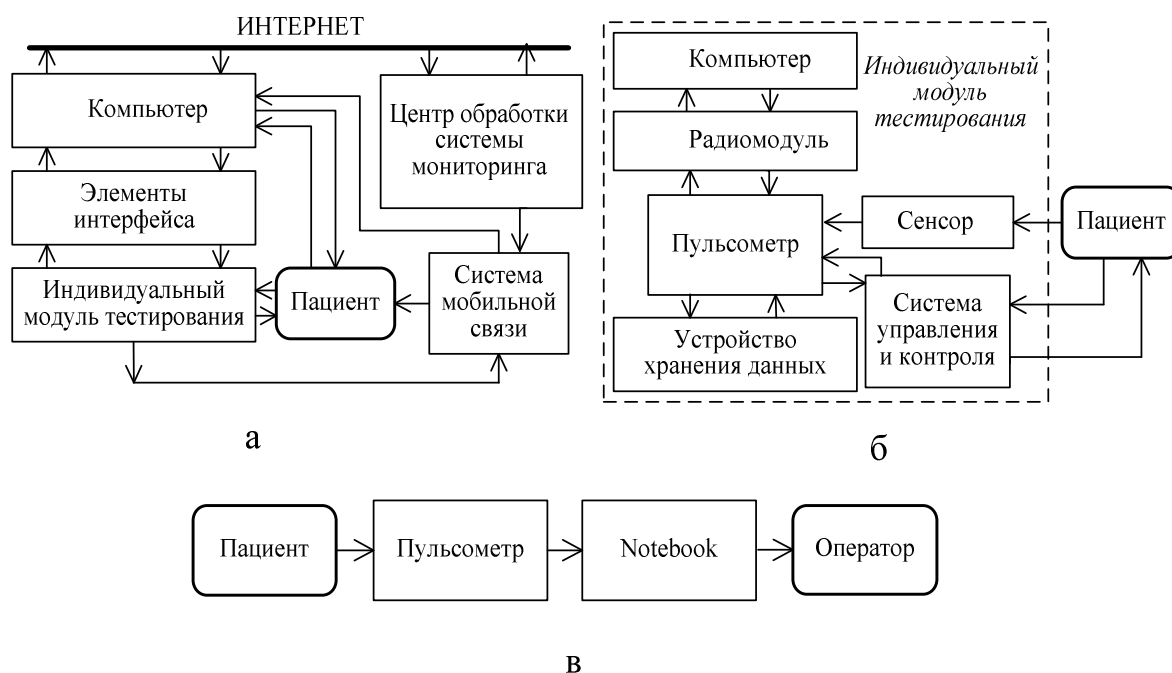


Рис. 1. Комплекс мониторинга населения региона (а – общая схема; б – схема индивидуального модуля; в – отладочный модуль)

Для его отработки [1] использован отладочный модуль (рис. 1, в). Пульсометр при тестировании нагрузкой – спортивный прибор НВ 8М00 в сочетании с ноутбуком для накопления, визуализации и обработки данных. Реализованы ходьба, бег, нагрузки на велоэргометре. Алгоритмы обработки данных отрабатываются.

Тестирование физической нагрузкой при оценке состояния ССС

Физическая нагрузка – это активность скелетных мышц для движения человека. Обеспечение мышечной активности – одна из главных функций сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Изучение реакций на нагрузку дает широкие возможности в оценке физического состояния человека, его работоспособности [2]. При нагрузке ССС выполняет все свои функции по обеспечению кровообращения и обмену веществ – доставке необходимых веществ (питанию мышц), выведению продуктов жизнедеятельности, обеспечению теплообмена. Переносимость нагрузок отражает функциональное состояние организма и его оценка невозможна без широкого привлечения нагрузочных тестов [2]. Их результативность основана на использовании эмпирически вскрытых закономерностей, проверенных моделей, систем показателей и их значений для разных уровней здоровья, паталогичности состояний. Это – ключ в интерпретации получаемых данных [2-4]. Суммарным физиологическим показателем функционального состояния ССС и дыхательной системы, является величина потребления кислорода, отражающая реальный уровень обменных процессов. Ценность показателя еще и в том, что среди веществ и продуктов обмена содержание кислорода имеет малую величину резерва (коэффициента безопасности), а он сам поддается

прямому и косвенному определению. При нагрузках с потреблением кислорода более 1 л/мин (ходьба в среднем темпе) зависимость между потреблением кислорода и минутным объемом кровообращения линейна [2]. Проявляются прямая зависимость между величиной потребления кислорода и минутным объемом сердца, взаимосвязь между потреблением кислорода, степенью нагрузки и ЧСС – одним из важнейших показателей гемодинамики. На этой зависимости строятся все косвенные методы оценки функционального состояния организма и его предельных физических возможностей – без применения максимальных нагрузок (достижения кислородного предела и максимального значения ЧСС) [2]. Большое значение имеет оценка показателя физической работоспособности – предельного уровня нагрузки, приводящей к максимуму ЧСС. Линейная зависимость между ЧСС, интенсивностью нагрузки и потреблением кислорода позволяет рассчитывать величину максимальной работы и определять по ней величину максимального потребления кислорода в тестах меньшей интенсивности. Ключевыми в оценке состояния организма человека могут быть величина нагрузки и данные о ЧСС при тестировании [2, 5]. Напряженные состояния ССС обычно проявляются в реакциях ЧСС на нагрузку. Принятие вовремя необходимых мер предотвратило бы кризисные явления. В тестах с физической нагрузкой информативна вся запись реакция в ЧСС — для исходного состояния покоя, проявления адаптационных процессов во время нагрузки (тренда ЧСС) и восстановления (отдыха). Готовую методическую основу образуют приемы тестирования в амбулаторных или госпитальных условиях, опыт интерпретации данных. Дополнительные возможности дает применение следующей модели.

Модель проявления в ЧСС реакции на физическую нагрузку

Возможности модели: 1) фиксация состояния ССС; 2) прогнозирование откликов в ЧСС на нагрузку; 3) обеспечение данными разных критериев оценки состояния ССС и их консиліума. Модель реакции в ЧСС на нагрузку [3] – имитационная. Она не затрагивает физическую природу ССС, не раскрывает реальные механизмы ее адаптации. Имитируется только внешнее проявление реакции в виде гладкого тренда ЧСС, реально возникающего на фоне вариабельности сердечного ритма [2-4]. Модель [3] – структурно-функциональная, блок-схема – на рис. 2. Первое звено, барьерное [3], воспринимает воздействие с запаздыванием, второе – имитирует противодействие (с дополнительным запаздыванием).

В третьем – противодействие реализуется (вычитание). Так имитируется тренд ЧСС. Длительность его фронта может составлять десяток секунд [2, 5], требуемый режим измерений – фиксация длительности каждого цикла работы ССС. Пульсометр НВ 8М00 был выбран из таких соображений. Получены выражения для ЧСС при воздействии нагрузки $x(t) = x_0 + w\sigma(t)$; в частности:

$$y_3(t) = k_3 \left\{ k_1 x_0 + k_1 w (1 - e^{-t/T_1}) - k_1 k_2 (x_0 + w) \right\} + w k_3 \frac{k_1 k_2}{(T_1 - T_2)} (T_1 e^{-t/T_1} - T_2 e^{-t/T_2}).$$

Модель дозволяє: імитувати тренд ЧСС; підстрайкувати свої параметри під реалізацію ЧСС, оцінювати навантаження по записи ЧСС; прогнозувати реакції на різні впливи. Необхідні алгоритми проходять відладку.

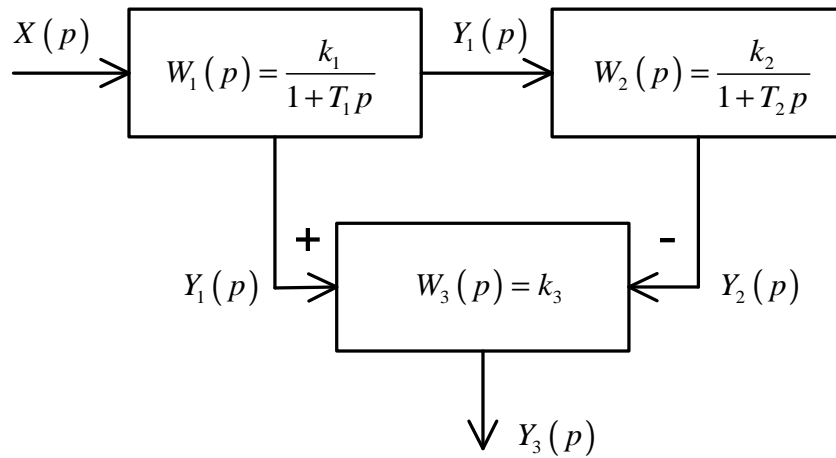


Рис. 2. Імітаційна модель проявлення в ЧСС реакції на навантаження

Етапи тестування пацієнтів повсякденної фізичної навантаження

Підготовчий етап (рис. 3) – визначення навантаження на трасі тестування. Ключова процедура – налаштування моделі. Режимы тестування і вимірювань (рис. 4) при проведенні тестів: 2 мин. – в початковому стані, 7 мин. – під навантаженням, 5 мин. – для відпочинку. Рекомендована частота відліків ЧСС 0,5-1 Гц. Зразки реєстрації – нижче.

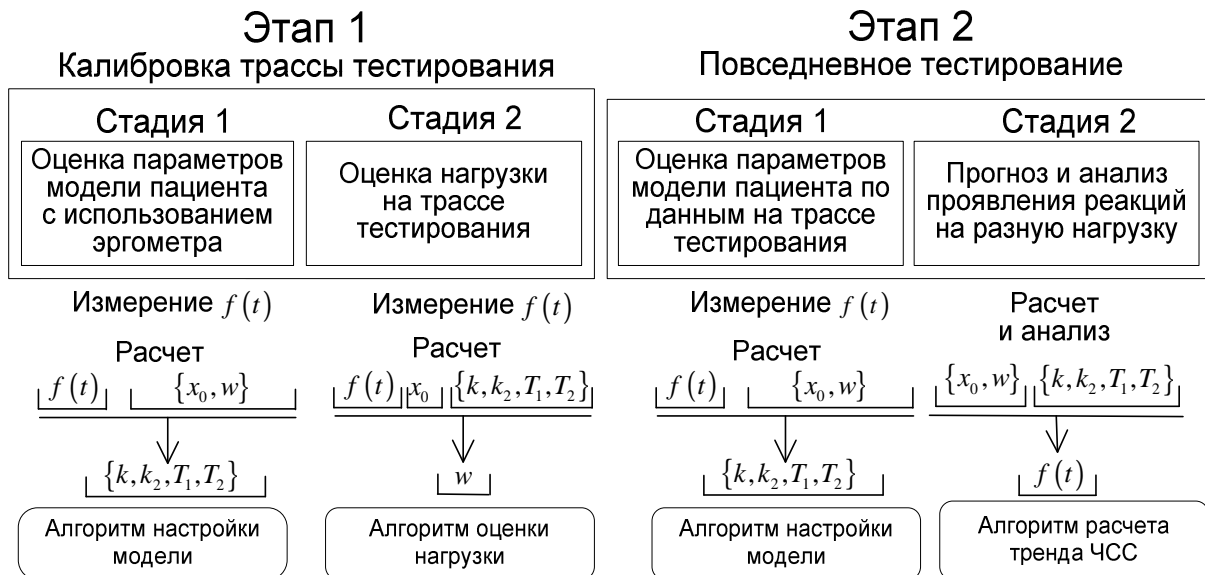


Рис. 3. Етапи тестування пацієнта фізичної навантаження

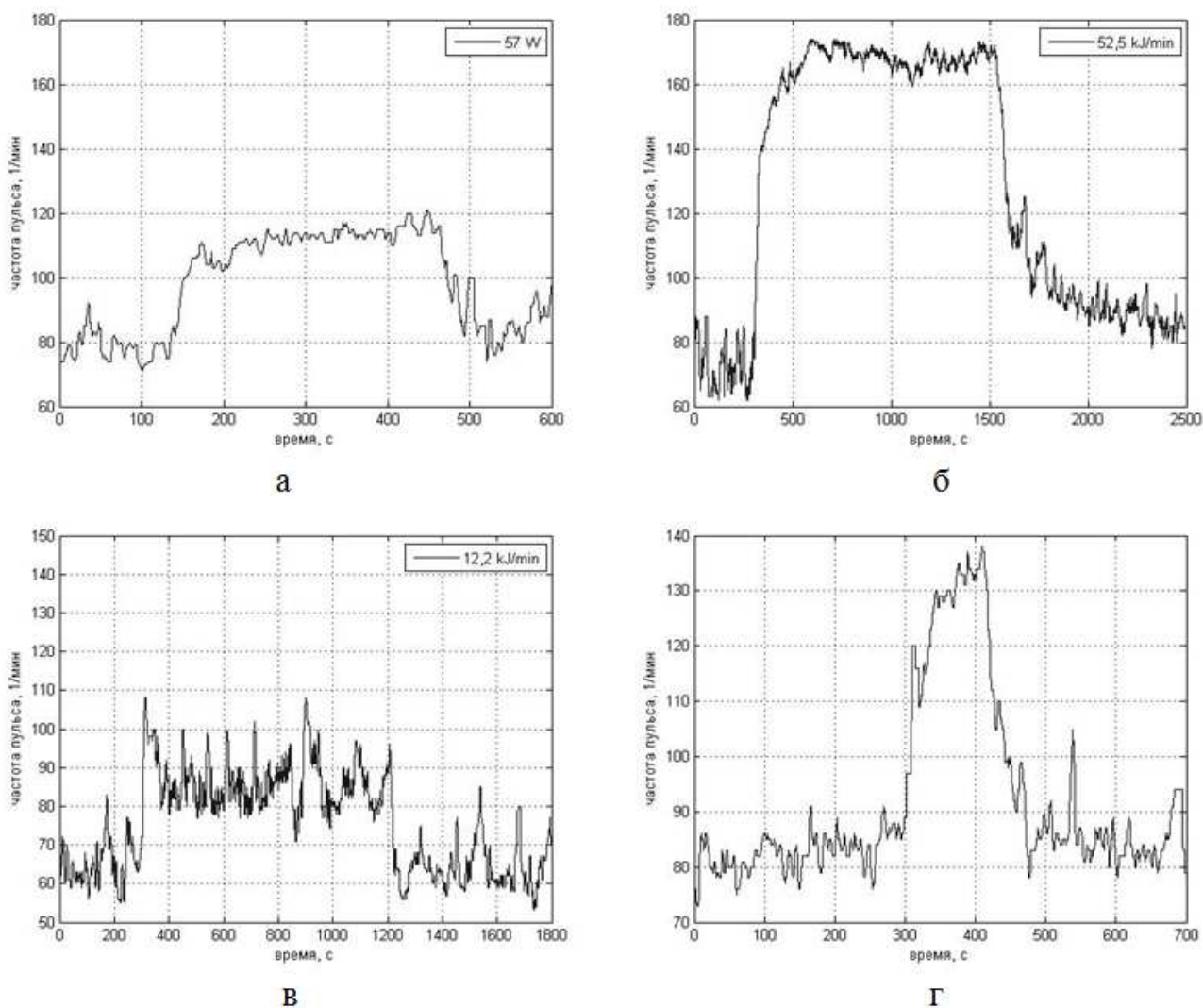


Рис. 4. Образцы записей ЧСС (а – на велоэргометре; б – при беге на трассе; в – при ходьбе на трассе; г – при подъеме по лестнице на 4-й этаж)

Выводы

1. На примере структуры представленного комплекса подтверждена техническая реализуемость непрерывного мониторинга населения по сердечно-сосудистым заболеваниям по данным пульсометрии с непрерывным контролем состояния пациентов и их тестированием физической нагрузкой в условиях повседневной жизнедеятельности – для снижения рисков возникновения критических состояний ССС путем информационного обеспечения их профилактики, ранней диагностики и управления оказанием медицинской помощи.

2. Определены задачи и порядок осуществления этапов и стадий такого тестирования, временной режим их реализации. С использованием спортивного пульсометра NB 8M00 получены образцы целесообразных записей ЧСС при тестировании пациентов нагрузкой. Подтвержден требуемый режим регистрации ЧСС.

Полученные результаты заслуживают дальнейшего развития в направлении разработки подобных комплексов с индивидуальными приборами массового

пользователя в их составе. Перспективными являются исследования по более полной реализации информативности реакций в ЧСС на нагрузку – на основе консилиума интерпретаций данных по различными методикам проведения тестов (на усилие, на восстановление), которые отработаны многолетней медицинской практикой, а также использования критериев оценки трендов ЧСС целиком по степени их паталогичности и дополнительно – характеристик вариабельности сердечного ритма, что возможно благодаря применению рассмотренной имитационной модели.

Литература

1. Shuliak A. P. Specialized pulsimeter for the supervision of frequency heart-throbs trend at testing of patient physical activity [Text] / A. P. Shuliak, A. B. Bilyk, S. V. Mykhailenko // Electronics and nanotechnology. Proceedings of the XXXII International Scientific Conference ELNANO 2012, National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine, April 10-12, 2012.
2. Амосов, Н. М. Физическая активность и сердце [Текст] / Н. М. Амосов, Я. А. Бендет. – К.: Здоровье, 1989. – 216 с.
3. Антамонов, М.Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных [Текст] / М.Ю. Антамонов – М.: Наука, 2005. – 558 с.
4. Дюк, В. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях [Текст] / В. Дюк, В. Эммануэль. – СПб.: Питер, 2003. – С. 312-333
5. Билык А. В. Об аппаратно-программном комплексе для отработки вопросов исследования приспособительных реакций человека в диагностике и оценке состояния здоровья исследованиях [Текст] / А. В. Билык, А. П. Шуляк // Электроника и связь. Тематический выпуск "Электроника и нанотехнологии". – 2011. – № 3. – С. 171-175.

Надійшла до редакції
07 квітня 2014 року

© Шуляк А. П., Шачиков А. Д., 2014

УДК 615.831.7

ПРИЛАД ДЛЯ СВІТЛОТЕРАПІЇ ТА ОПРОМІНЕННЯ АКУПУНКТУРНИХ ТОЧОК

Яненко О. П., Михайленко С. В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна

У статті розглянута структурна схема приладу для світлотерапії біологічно активних акупунктурних точок (БАТ).

Прилад побудований з використанням мультивібратора, який по черзі вмикає світло діоди з різною довжиною хвиль – один з яких забезпечує максимальну глибину проникнення, а інший максимальне поглинання, що збільшує ефективність впливу на акупунктурні точки. Частота мультивібратора при цьому може змінюватися в межах змін частот біологічних ритмів людського організму від десятків до сотень герц. Окрім того, для отримання можливості точкового впливу світлодіоди розміщені в рефлекторі, який забезпечує концентрацію світлового потоку на відстані 15 мм в колі діаметром 5,2 мм.

Ключові слова: світлотерапія, світлодіод, біологічно активні точки, рефлектор.