

ИНФОРМАТИКА,
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
И УПРАВЛЕНИЕ

INFORMATICS,
COMPUTER ENGINEERING
AND CONTROL

УДК 681.2

DOI: 10.17212/1814-1196-2019-1-61-76

Специализированная установка для исследования биофизических процессов, протекающих в кожном покрове*

**Л.И. ЛИСИЦЫНА^{1,a}, Л.Г. НАВРОЦКИЙ^{2,b}, А.А. БЛОХИН^{1,c},
С.В. БЕЛАВСКАЯ^{1,d}, А.Е. КАМАРДИН^{1,e}, И.С. ГЕВОРГЯН^{1,f},
Н.С. ЧИРКОВА^{1,g}**

¹ 630073, РФ, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет

² 630090, РФ, г. Новосибирск, пр. академика Лаврентьева, 15 Б, Институт лазерной физики СО РАН

^a lisitcinali@gmail.com ^b leonid.navrotsky@gmail.com ^c snakebss@mail.ru

^d BelavskayaSV@gmail.com ^e aekam4@gmail.com

^f ya.irinagevorgyan2013@yandex.ru ^g chns5694@gmail.com

Проведено обоснование возможности исследований биофизических процессов в кожном покрове на базе вынужденного свечения. Описана разработанная специализированная установка с программным обеспечением, предназначенная для исследований биофизических процессов, протекающих в кожном покрове, основной особенностью которой является наличие узла возбуждения и регистрации свечения кожного покрова. Проведены эксперименты по изучению некоторых биофизических процессов, протекающих в кожном покрове, в частности, по выяснению причин различия структур картин свечения кожного покрова в области акупунктурных точек (АТ). Представлены результаты предварительных исследований, проведенных на меридианах легких, сердца, перикарда, почек, толстой кишки, трех обогревателей и желудка. Обнаружено, что зависимость структуры картин свечения от внешних условий и характеристик испытуемого пренебрежимо мала. Показано, что одна из возможных причин различия структур картин свечения кожного покрова в области АТ – тип меридиана. Но, вероятно, эта причина не является единственной, так как в ранее полученных данных наблюдался некоторый разброс типов картин свечения в области АТ, расположенных на определенном меридиане кожного покрова. Подтвержден ранее сделанный вывод о том, что АТ светится при оптическом воздействии, если точки находятся на активном меридиане либо на меридиане, отвечающем за орган с патологией. С целью получения более достоверных выводов, отыскания связи типа структуры с параметрами окружающей среды, характеристиками самих испытуемых, а также активностью меридиана необходимо продолжать исследования и набирать более обширную статистику. Проведенные эксперименты показали, что разработанная установка соответствует поставленной задаче и является высокоэффективной для исследования биофизических процессов, протекающих в кожном покрове.

* Статья получена 06 сентября 2018 г.

Ключевые слова: установка специализированная, возбуждение и регистрация свечения, узел, кожный покров, биофизические процессы, исследования, меридианы, структуры картин свечения

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее чувствительные периферические элементы кожного покрова – акупунктурные точки (АТ), являющиеся местом приложения воздействующего фактора (физических полей) при осуществлении рефлексотерапии [1–3]. Рефлексотерапия имеет определенные достоинства, однако в настоящее время она не получила широкого распространения в медицинских учреждениях России. Одна из причин этого – недостаточная глубина исследования биофизических процессов, протекающих в кожном покрове в области АТ, и сложность их локализации.

Ранее авторам удалось локализовать акупунктурные точки (биологически активные точки) по их вынужденному свечению при внешнем оптическом воздействии, т. е. зафиксировать свечение кожного покрова, возникшего под действием происходящих биофизических процессов в кожном покрове при внешнем оптическом воздействии. Получено несколько структур картин свечения кожного покрова в области АТ. Причины различия этих структур пока не выявлены. Изучение некоторых биофизических процессов, протекающих в кожном покрове (в частности, выяснение причин различия структур картин свечения АТ, их возможной зависимости от состояния человека), – серьезная задача современной медицины, а создание устройства, позволяющего проводить подобные исследования, – актуальная задача медицинской техники.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

1. Разработать специализированную установку, обеспечивающую возможность проведения исследований биофизических процессов, протекающих в кожном покрове.

2. Выявить причины различия структур картин свечения кожного покрова в области АТ, используя разработанную установку.

3. Выявить взаимосвязь структур картин свечения с физическим состоянием человека, его характеристиками, внешними условиями, типом меридиана, его активностью и т. д.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ

Внимание пытливых научных умов всего мира постоянно направлено на изучение биофизических процессов, протекающих в биологических объектах. Например, в работе [4] анализируется полевая (нехимическая) форма межклеточного взаимодействия (межклеточная коммуникация) посредством оптического взаимодействия в многоклеточном организме. В частности, установлено, что низкоинтенсивное когерентное излучение клеток усиливает эффект дистанционного межклеточного взаимодействия. Когерентное излучение отдельных клеток, объединенное в поле целостного организма, может выступать в качестве форморегулирующего фактора [4]. В статье [5] рассматривается

модель пути передачи информации от АТ к центральной нервной системе с учетом оптического взаимодействия. Однако исследование биохимических процессов на основе полевой коммуникации биосистем затруднено, так как «распознавание сверхслабых сигналов биохемилюминесценции на фоне существенно более интенсивной освещенности» [4] технически сложно.

В межвузовской лаборатории (НГТУ–НГМУ–ИФЛ, Новосибирск) медицинской электроники предприняты попытки изучения биофизических процессов в кожном покрове в области АТ. Для исследования биофизических процессов предложено от спонтанной биохемилюминесценции (ввиду ее малости) перейти к вынужденной флуоресценции молекул под действием импульсного оптического воздействия.

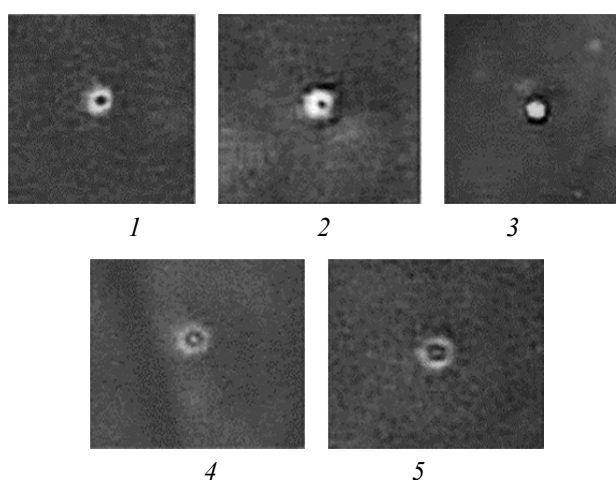


Рис. 1. Структуры картин вынужденного свечения кожного покрова в области АТ:

1 – черная сердцевина с белым ореолом, 2 – черная сердцевина с двумя ореолами (белым и темным), 3 – белая сердцевина с темным ореолом, 4 – белая сердцевина с двумя ореолами (темным и белым), 5 – белая сердцевина с тремя ореолами (темным, белым, темным)

Fig. 1. The structure of the paintings of the forced glow of the skin in the area of AP:

1 – black core with white halo, 2 – black core with two halos (white and dark), 3 – white core with dark halo, 4 – white core with two halos (dark and white), 5 – white core with three halos (dark, white, dark)

Для исследования процессов, происходящих в кожном покрове в области АТ, прежде всего необходимо четко локализовать положение этих точек. Сегодня поиск АТ проводится в основном по топографии, по электрическому сопротивлению кожного покрова в области АТ и по болевому эффекту (при наличии патологии соответствующего органа). Каждый из перечисленных способов имеет свои достоинства и недостатки. Точное определение положения АТ по топографии может провести только рефлексотерапевт с большим опытом работы. Определение по электрическому сопротивлению сложно, так как электрическое сопротивление кожного покрова в области АТ зависит не

только от состояния соответствующего органа, но и от состояния кожи, внешних условий, времени регистрации и др. Кроме того, при этом на организм оказывается хоть и минимальное, но ощутимое электрическое воздействие. Поиск по болевому эффекту наносит прямой дискомфорт пациенту и не всегда достоверен [1].

В качестве альтернативы этих способов авторами было предложено локализовать АТ оптическим методом. При импульсной засветке кожного покрова в области АТ, одновременной фотофиксации в макрорежиме и дальнейшей обработке на ПК были обнаружены светящиеся точки округлой формы. Была выдвинута гипотеза, что именно акупунктурные точки проявляют себя таким образом при внешнем оптическом воздействии. Эта гипотеза была подтверждена при поиске АТ всеми существующими на сегодня методами [6–8], т. е. впервые была осуществлена визуализация АТ [9]. Во всех дальнейших исследованиях локализация АТ осуществлялась по их свечению при оптическом воздействии. Впервые получено несколько различных структур картин свечения кожного покрова в области АТ (рис. 1) [6, 7]. Данная работа направлена на выявление причин этих различий.

3. ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ РАЗЛИЧИЯ СТРУКТУР КАРТИН СВЕЧЕНИЯ

На наш взгляд, может быть несколько причин влияния на структуру картин свечения кожного покрова в области АТ. Основные из них [10]:

- влияние физического состояния человека (анамнез);
- влияние индивидуальных характеристик человека (пол, возраст, рост, вес, частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД) и т. д.);
- психоэмоциональное состояние человека, состояние его нервной системы;
- влияние внешних условий (атмосферное давление $P_{\text{атм}}$, температура воздуха T , влажность RH);
- тип меридиана;
- активность меридиана (промежуток времени, который является наилучшим периодом для лечебного воздействия на орган) [12, 13].

4. ВЫБОР АКУПУНКТУРНЫХ МЕРИДИАНОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В современной традиционной медицине рассматривается 14 меридианов (12 симметричных и 2 несимметричных). Шесть основных меридианов имеют энергетическую связь с легкими, селезенкой, поджелудочной железой, сердцем, перикардом, почками и печенью. Вспомогательные меридианы имеют энергетическую связь с толстой кишкой, тонкой кишкой, желудком, мочевым пузырем, желчным пузырем и тремя обогревателями (верхним: легкие и сердце; средним: желудок и селезенка; нижним: почки, печень, тонкая кишка, толстая кишка и мочевой пузырь) – комплексом органов, управляющих температурой тела. Два несимметричных меридиана (передний срединный и задний срединный) не связаны с конкретными органами [12, 13].

Для проведения исследований в данной работе выбраны 7 меридианов: 4 главных (меридианы легких, сердца, перикарда и почек) и 3 вспомогательных (меридианы толстой кишки, трех обогревателей и желудка) (рис. 2).

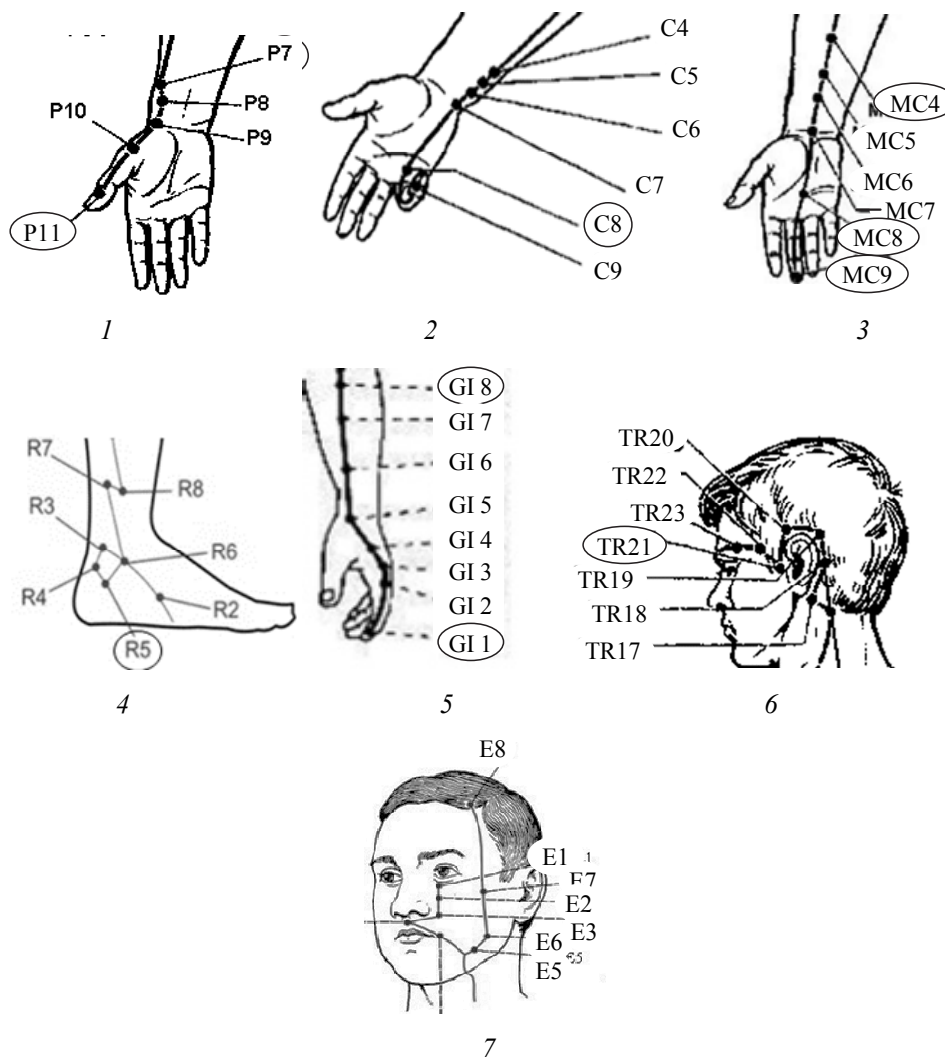


Рис. 2. Расположение исследуемых меридианов (выделены точки, на которых были получены картины вынужденного свечения):

1 – меридиан легких, 2 – меридиан сердца, 3 – меридиан перикарда, 4 – меридиан почек, 5 – меридиан толстой кишки, 6 – меридиан трех обогревателей, 7 – меридиан желудка

Fig. 2. The location of the investigated meridians (highlighted the points at which the pictures were obtained forced the glow):

1 – meridian of lung, 2 – meridian of heart, 3 – meridian of pericardium, 4 – meridian of kidney, 5 – meridian of colon, 6 – meridian of three heaters, 7 – meridian of stomach

5. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА

Для проведения экспериментов ранее в лаборатории создан универсальный комплекс для исследования и оценки электрофизических параметров кожного покрова малой площади и многофакторного физиотерапевтического воздействия [14]. На базе этого комплекса для исследования биофизических процессов, протекающих в кожном покрове, разработана специализированная установка, особенностью которой является наличие узла возбуждения и регистрации свечения кожного покрова в области АТ, обеспечивающего затемнение определенного участка на кожном покрове и засветку окружающих участков в широком спектральном диапазоне [11]. Для этого в качестве излучателя использована лампа импульсная фотоосветительная ксеноновая с кварцевой колбой [15]. В качестве регистрирующей камеры использована цифровая фотокамера Nikon 3300 (матрица 24 Мп) [16]. В момент съемки световой поток от излучателя засвечивает прилегающую к затемненной площадке область, через которую проходит исследуемый меридиан. Устройство позволяет проводить съемку кожного покрова в области исследуемой АТ без ее засветки, при ее непосредственной засветке, а также АТ, расположенной в затемненной области [17]. После фотофиксации свечения кожного покрова в области АТ информация передается на ПК, где проводится анализ фотографий в графическом редакторе с возможным оптическим увеличением изображений в среднем до четырех раз (с электронным – до 300 раз) и изменением резкости для улучшения качества визуализации и определения структуры картин свечения кожного покрова в области АТ.

Для приемлемой регистрации картин свечения кожного покрова в области АТ в установке предусмотрены возможности изменения параметров оптических импульсов возбуждения (длительности, мощности) и параметров регистрирующих процессов (время выдержки, чувствительность), а также временные соотношения между возбуждающими и регистрирующими процессами. На рис. 3 представлена функциональная схема разработанной установки. Установка состоит из четырех частей: узла возбуждения и регистрации свечения АТ (рис. 4), контроллера управления (рис. 5), блока питания и управления (рис. 6) и персонального компьютера.



Рис. 3. Функциональная схема установки

Fig. 3. Functional diagram of installation



Рис. 4. Фотография узла возбуждения и регистрации свечения АТ:

1 – цифровая фотокамера, 2 – излучатель ИФК 2000, 3 – блок поджига излучателя, 4 – источник питания, 5 – тубус с черным силиконовым покрытием, 6 – резиновый уплотнитель

Fig. 4. Photograph of the node of excitation and registration of the AP luminescence:

1 – a digital camera, 2 – emitter IFC 2000, 3 – unit ignition radiator, 4 – a power source, 5 – tube with black silicone coating, 6 – a rubber seal



Рис. 5. Фотография контроллера управления

Fig. 5. Photo of control controller



Рис. 6. Фотография блока питания и управления

Fig. 6. Photograph of power supply and control

Все дальнейшие исследования проводились на базе этого устройства.

6. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ

Для работы с установкой используется официальное программное обеспечение от «Denkovi Software» – USB 8 Relay Manager [18]. Программа представляет собой утилиту для управления платой с реле. Экспериментальным путем было выяснено, при каких задержках между переключениями реле можно получить наиболее четкое изображение биологически активной точки. В результате проведенных опытов был разработан алгоритм получения серий фотографий с определенными временами задержки между срабатыванием фотоаппарата и световым импульсом. Данный алгоритм был перенесен в программу, экспортирован и сохранен в облачном хранилище. Это позволяет использовать разработанный алгоритм на любом устройстве после скачивания его из облака и установки драйверов для программы и платы управления реле. На текущий момент алгоритм представляет собой проведение серии из трех фотографий с промежутком в 3 с. Задержка между электрическим сигналом, запускающим срабатывание фотоаппарата, и световым импульсом – 200 мс. Задержка срабатывания затвора фотоаппарата регулируется вручную, что позволяет получить более гибкую настройку каждого отдельного эксперимента.

7. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Результаты экспериментальных исследований, проведенных на разработанной установке, сведены в табл. 1 и 2, куда внесены все признаки, которые, на наш взгляд, могут повлиять на структуры картин свечения кожного покрова, приведенные на рис. 1.

Таблица 1

Table 1

Параметры окружающей среды и меридианов

Environmental parameters and meridians

№ п/п	RH, %	$P_{\text{атм}}$, мм рт. ст.	T , °C	Меридиан	Номер АТ	Активность меридиана, часы	Время замеров, часы	Состо- яние мери- диана	Номер структуры на рис. 1
1	66	740	24	легких	P11	3–5	12–14	–	1
2	66	740	24	легких	P9	3–5	17–21	–	1
3	66	740	24	легких	P8	3–5	17–21	–	1
4	66	740	24	легких	P7	3–5	12–14	–	1
5	68	772	23	сердца	C8	11–13	12–14	+	5
6	58	742	22	перикарда	MC9	19–21	17–21	+	2
7	68	750	21	перикарда	MC8	19–21	17–21	+	2
8	70	736	23	перикарда	MC4	19–21	17–21	+	2
9	65	755	20	толстой кишки	GI8	5–7	17–21	–	4
10	70	736	23	толстой кишки	GI1	5–7	17–21	–	4
11	61	755	22	желудка	E7	7–9	12–14	–	4
12	74	744	20	трех обо- гревателей	TR21	21–23	17–21	–	3
13	66	740	24	почек	R5	17–19	17–19	+	5

Прочерк (–) в колонке «состояние меридиана» означает, что в процессе проведения исследования соответствующий меридиан находился в неактивном состоянии.

Таблица 2

Table 2

Параметры исследуемых
Parameters of the studygroup

№ п/п	Пол	Возраст, лет	Рост, см	Вес, кг	ЧСС, уд/мин	АД, мм рт. ст.	T, °C	Анамнез
1–4	м	36	182	100	76	110/70	36,3	Курящий
5	м	35	185	91	62	118/73	36,6	Курящий
6	м	56	180	90	75	118/74	36,5	–
7–8	м	35	185	91	67	120/78	36,7	Курящий
9	м	22	185	82	68	128/60	36,6	Дискомфорт в животе
10	ж	23	173	60	58	114/65	36,4	Дискомфорт в животе
11	м	56	180	90	70	117/78	36,4	Дискомфорт в животе
12	м	56	180	90	70	110/74	36,4	–
13	м	56	180	90	70	110/75	36,4	–

Прочерк (–) в колонке «Анамнез» означает отсутствие жалоб у испытуемого.

Первые исследования проведены на меридиане легких. У одного испытуемого получены картины свечения точек Р11, Р9, Р8, Р7. Структура картин свечения этих точек одинакова и соответствует структуре 1 на рис. 1, причем этот меридиан находился в неактивном состоянии, но испытуемый был с патологией легких (курящий). Далее были исследованы картины свечения АТ, расположенных на меридианах сердца и перикарда. Меридиану сердца соответствует структура 5 на рис. 1. В разные дни у одного и того же исследуемого была получена одна и та же картина свечения АТ 2 на меридиане перикарда (точки МС4 и МС8) (табл. 1). У второго испытуемого также на меридиане перикарда получена та же самая картина свечения на точке МС9. На меридиане толстой кишки для двух испытуемых в разное время получены картины свечения, соответствующие структуре АТ 4. Данная структура также соответствует меридиану желудка. Возможно, картина свечения 4 должна соответствовать меридианам, связанным с органами пищеварения (желудок и толстая кишка). На меридиане трех обогревателей получена картина свечения АТ со структурой 3. Испытуемый не имел патоло-

гий, но меридиан находился в активном состоянии. Структура картины свечения кожного покрова в области АТ на меридиане почек показана на рис. 1 (3), т. е. совпала со структурой картины на меридиане сердца. Возможно, такое совпадение объясняется тем, что почки участвуют в деятельности сердечно-сосудистой системы [11].

На рис. 7 в качестве примера представлены фотографии картин свечения АТ на меридианах трех обогревателей TR21 (рис. 7, а) и меридиане желудка E7 (рис. 7, б), расположенных в окрестностях левого уха.

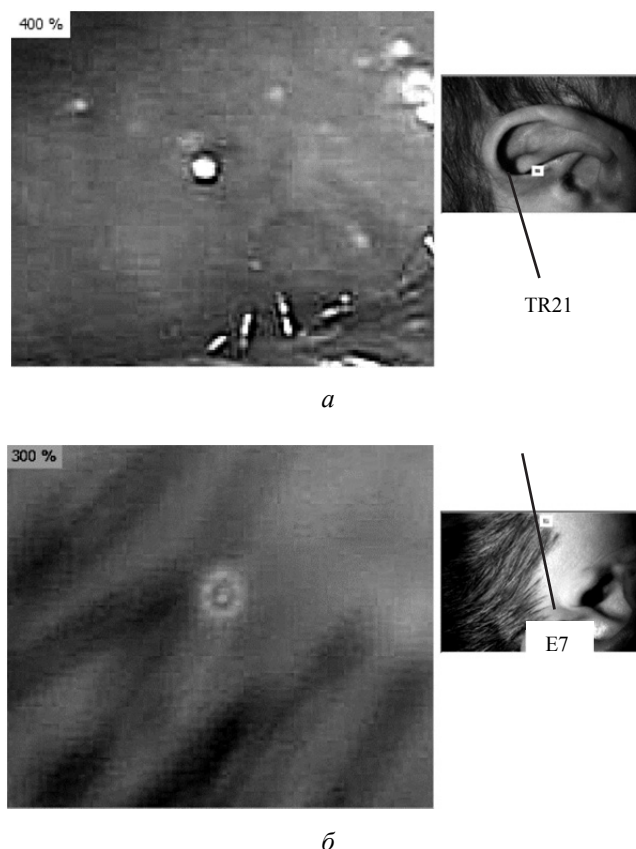


Рис. 7. Фотографии картин свечения на меридианах трех обогревателей (а) и желудка (б)

Fig. 7. Photos of the pictures of the glow on the meridians of the three heaters (a) and stomach (b)

Также исследования были проведены на аурикулярной точке AP92, которая имеет энергетическую связь с мочевым пузырем. Структура картины свечения этой точки соответствовала структуре 3. В табл. 1 структуру 3 имела картина свечения АТ TR21 (меридиан трех обогревателей). Данное совпадение структур картин свечения, возможно, обусловлено тем, что нижняя часть меридиана трех обогревателей имеет энергетическую связь с мочевым пузырем [11].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализируя результаты исследований, проведенные на разработанной установке (данные таблиц и рисунки), можно сделать некоторые предварительные выводы.

1. Разработанная специализированная установка соответствует поставленной задаче и является высокоэффективной для исследования процессов, протекающих в кожном покрове.

2. Подтвержден ранее сделанный вывод о том, что АТ светится при оптическом воздействии, если точки находятся на активном меридиане либо на меридиане, отвечающем за орган с патологией.

3. Зависимость структуры картин свечения от внешних условий и характеристик испытуемого пренебрежимо мала.

4. Обнаружены некоторые зависимости структур картин свечения от типа меридиана: меридиан легкого – структура 1, меридиан сердца и почек – структура 5, меридиан перикарда – структура 2, меридиан толстой кишки и меридиан желудка (меридианы, отвечающие за пищеварение) – структура 4, меридиан трех обогревателей – структура 3.

5. Однако ранее в работе [7] на меридиане толстой кишки была обнаружена не только структура 4, но и структура 5, а на меридиане перикарда – не только структура 2, но и другие. Следовательно, причина различия структур (тип меридиана), вероятно, не является единственной.

Дальнейшая работа будет направлена на выявление связи типа структуры с различными параметрами окружающей среды, характеристиками самих испытуемых, а также активностью меридианов. Необходимо продолжать исследования и набирать более обширную статистику по структурам вынужденного оптического излучения кожного покрова в области АТ на базе разработанной специализированной установки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Портнов Ф.Г. Электropунктурная рефлексотерапия. – 3-е изд. – Рига: Зинатне, 1987. – 352 с.
2. Колтовой Н.А. Неэлектромагнитные поля. Психофизика. Кн. 22. Биологически активные точки, т. 5 [Электронный ресурс]. – М., 2015. – URL: <http://docplayer.ru/27519167-Neelektromagnitnye-polya-psihofizika-kniga-22-biologichieski-aktivnye-tochki.html> (дата обращения: 25.03.2019).
3. Кандаров Ф.Б. Отечественная рефлексотерапия. – Уфа: Гилем, 2014. – 197 с.
4. Будаговский А.В., Будаговская О.Н., Будаговский И.А. Межклеточная коммуникация посредством когерентного излучения // Фотоника. – 2016. – № 3 (57). – С. 148–163.
5. Navrotsky L.G., Lisitsyna L.I. Biophysics model for information transmission path from an acupuncture point to central nervous system // 14th International Scientific-Technical Conference on Actual problems of electronic instrument engineering (APEIE) – 44894 Proceedings. – Novosibirsk: NSTU, 2018. – Vol. 1, pt. 2. – P. 366–368.
6. Research on possibility of visualization of biologically active points by light illumination / L.G. Navrotsky, L.I. Lisitsyna, V.I. Yudin, S.V. Belavskaya, A.A. Blokhin, V.S. Rusetsky // 12th International Scientific-Technical Conference on Actual problems of electronic instrument engineering (APEIE) – 34006 Proceedings. – Novosibirsk: NSTU, 2014. – Vol. 1. – P. 524–526.
7. Patterns of skin luminescence resulting from the visualization of active acupuncture points using optical stimulation / L.G. Navrotsky, A.A. Blokhin, S.V. Belavskaya, L.I. Lisitsyna, A.A. Lyutkevich, E.L. Poteryaeva, V.I. Yudin, G. Litscher // Integrative Medicine International. – 2015. – Vol. 2, N 1–2. – P. 1–8.

8. Some actual problems of electronic instrument in the field of reflexotherapy / S.V. Belavskaya, A.A. Blokhin, A.N. Kuzmin, L.I. Lisitsyna, L.G. Navrotsky // 13th International Scientific-Technical Conference on Actual problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE-2016): proceedings, Novosibirsk, 3–6 October 2016. – Novosibirsk: NSTU, 2016. – Vol. 1, pt. 1. – P. 395–401.

9. Исследование возможности визуализации высокоактивных точек соответствия органам и участкам тела с патологией оптическим методом / Л.Г. Навроцкий, А.А. Блохин, С.В. Белавская, Л.И. Лисицына, А.А. Люткевич, Е.Л. Потеряева, В.И. Юдин // Медицина и образование в Сибири. – 2015. – № 2.

10. Gevorgyan I.S., Blokhin A.A., Lisitsyna L.I. Study of the patterns structure dependence in the area of biologically active points on different features // Science. Research. Practice: IInd All-Russia Academic and Research Conference of Graduate and Postgraduate Students. – Novosibirsk: NSTU, 2019. – С. 169–172.

11. Ultraviolet range waves in the spectrum of biologically active areas induced radiation / L.G. Navrotsky, L.I. Lisitsyna, S.V. Belavskaya, A.A. Blokhin, A.E. Kamardin, O.Y. Krasilnikova, N.S. Chirkova // 14th International Scientific-Technical Conference on Actual problems of electronic instrument engineering (APEIE) – 44894 Proceedings. – Novosibirsk: NSTU, 2018. – Vol. 1, pt. 2. – P. 363–365.

12. Самосюк И.З., Лысенюк В.П. Акупунктура. – М.: АСТ-Пресс Книга, 2004. – 528 с. – (Медицинская энциклопедия).

13. Атаев Д.И. Электростимулятор рефлексотерапии: в помощь вашему здоровью. – М.: Амрита-Русь, 2004. – 224 с.

14. Разработка универсального комплекса для исследования и оценки электрофизических параметров кожного покрова малой площади и многофакторного физиотерапевтического воздействия: отчет НИОКР / Л.И. Лисицына, С.В. Белавская, А.Н. Кузьмин и др. – № ГР 01201463196; Инв. № 214120570016. – Новосибирск, 2014. – 47 с.

15. Зельдин Е.А. Импульсные газоразрядные лампы и их схемы включения. – М.: Энергия, 1964. – 51 с.

16. Цифровая фотокамера Nikon D3300. Подробное руководство пользователя. – Nikon Corporation, 2014. – 392 с.

17. Luminescence of acupuncture points in darkened area under optical pulse excitation of adjoining areas of investigated meridian / L.G. Navrotsky, L.I. Lisitsyna, A.A. Blokhin, A.E. Kamardin, S.V. Belavskaya, E.L. Poteryaeva // The 19th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices EDM-2018: proceedings. – Novosibirsk: NSTU, 2018. – P. 645–648.

18. Denkovi Software [Электронный ресурс]. – URL: <https://denkovi.com/denkovi-software> (дата обращения: 25.03.2019).

Лисицына Лилия Ивановна, доктор технических наук, профессор кафедры электронных приборов Новосибирского государственного технического университета. Основное направление научных исследований – разработка медицинских устройств, исследование биофизических процессов в кожном покрове. Имеет более 500 научных публикаций, включая 39 авторских свидетельств и патентов РФ. E-mail: lisitcinali@gmail.com

Навроцкий Леонид Григорьевич, научный сотрудник Института лазерной физики СО РАН. Основное направление научных исследований – разработка медицинских диагностических и терапевтических устройств. Имеет более 30 научных публикаций. E-mail: leonid.navrotsky@gmail.com.

Блохин Александр Александрович, ассистент кафедры электронных приборов Новосибирского государственного технического университета. Научные интересы – медицинские устройства. Имеет более 30 научных публикаций и 7 наград за выступления на конференциях (дипломы и медали). E-mail: snakebss@mail.ru

Белавская Светлана Витальевна, кандидат технических наук, доцент кафедры электронных приборов Новосибирского государственного технического университета. Основное направление научных исследований – разработка многофункциональных физиотерапевтических устройств с пространственным и временным совмещением воздействующих факторов. Имеет около 200 публикаций, включая 17 авторских свидетельств и патентов РФ. E-mail: BelavskayaSV@gmail.com

Камардин Александр Евгеньевич, аспирант кафедры электронных приборов Новосибирского государственного технического университета. Научные интересы – медицинские устройства, программирование. Имеет 10 научных публикаций. E-mail: aekam4@gmail.com

Геворгян Ирина Смбатовна, студентка кафедры электронных приборов Новосибирского государственного технического университета. Научные интересы – медицинские приборы для диагностики и восстановительной медицины. Имеет 3 научные публикации. E-mail: ya.irinagevorgyan2013@yandex.ru

Чиркова Наталья Сергеевна, студентка кафедры электронных приборов Новосибирского государственного технического университета. Научные интересы – медицинские приборы для диагностики и восстановительной медицины. Имеет 10 научных публикаций. E-mail: chns5694@gmail.com

Lisitsyna Liliya Ivanovna, D. Sc.(Eng.), professor, department of electronic devices, Novosibirsk State Technical University. The main field of her research is development of medical devices and development of biophysical processes in the skin. She is the author of more than 500 publications including 39 RF author's certificates and patents. E-mail: lisitcinali@gmail.com

Navrotsky Leonid Grigorievich, a research associate at the Institute of Laser Physics SB RAS. His research interests are focused on development of medical diagnostic and therapeutic devices. He is the author of ore than 30 publications. E-mail: leonid.navrotsky@gmail.com

Blokhin Alexander Alexandrovich, an assistant lecturer at the department of electronic devices in the Novosibirsk State Technical University. The main field of his research is development of medical devices. He is the author of over 30 publications and has 7 awards (diplomas and medals) for presentations at conferences. E-mail: snakebss@mail.ru

Belavskaya Svetlana Vitalievna, PhD (Eng.), associate professor, department of electronic devices, Novosibirsk State Technical University. The main field of her research is development of multifunctional physiotherapeutic devices with spatial and time combination of affecting factors. She is the author of more than 200 publications including 17 RF author's certificates and patents. E-mail: BelavskayaSV@gmail.com

Kamardin Alexander Evgenievich, a postgraduate student at the department of electronic devices in the Novosibirsk State Technical University. His research interests are focused on developing medical devices and programming. He has published 10 research papers. E-mail: aekam4@gmail.com

Gevorgyan Irina Smbatovna, a student, department of electronic devices, Novosibirsk State Technical University. The main field of her research is development of medical devices for diagnostics and rehabilitation medicine. She is the author of 3 publications. E-mail: ya.irinagevorgyan2013@yandex.ru

Chirkova Natalia Sergeevna, a student, department of electronic devices, Novosibirsk State Technical University. The main field of her research is development of medical devices for diagnostics and rehabilitation medicine. She is the author of 10 publications. E-mail: chns5694@gmail.com

A Specialized Installation for Studying Biophysical Processes Occurring in the Skin*

L.I. LISITSINA^{1,a}, L.G. NAVROTSKY^{2,b}, A.A. BLOKHIN^{1,c}, A.E. KAMARDIN^{1,d},
S.V. BELAVSKAYA^{1,e}, I.S. GEVORGYAN^{1,f}, N.S. CHIRKOVA^{1,g}

¹ Novosibirsk State Technical University, 20, K. Marx Prospekt, Novosibirsk, 630073, Russian Federation

² Institute of Laser Physics SB RAS, 15 B, Academician Lavrentyev Prospekt, Novosibirsk, 630090, Russian Federation

^alisitcinali@gmail.com ^bleonid.navrotsky@gmail.com ^csnakebss@mail.ru

^dBelavskayaSV@gmail.com ^eaekam4@gmail.com

^fya.irinagevorgyan2013@yandex.ru ^gchns5694@gmail.com

Abstract

The possibility to study biophysical processes in the skin on the basis of forced glow patterns is proved.

A specialized software installation intended for investigations of biophysical processes in the skin was developed. The availability of a node of the excitation and registration of luminescence of skin is its main feature. Experiments on the study of some biophysical processes occurring in the skin, in particular, the efficiency of the installation was tested on the process of identifying the causes of differences in the structures of the patterns of the glow of skin in the area of acupuncture points (AP). The results of preliminary studies conducted on the meridians of the lungs, heart, pericardium, kidneys, colon, three heaters and stomach are presented. It is found that the dependence of the structure of the luminescence patterns on the external conditions and characteristics of the subject is negligible. It is also shown that one of the possible reasons for the difference in the structures of the glow patterns of skin is the AP – type of meridian. But, perhaps, this is not the only reason, since in the data obtained earlier, some variation was observed in the types of luminescence patterns in the AP region located on a certain meridian of the skin. A previous conclusion that AP glows when optically exposed, if the points are on the active meridian or on the meridian responsible for the organ with pathology was confirmed. In order to obtain more reliable results and to find the connection between the structure type and the environment parameters, the characteristics of the subjects themselves as well as the activity of the meridian, it is necessary to continue the research and to gain more extensive statistics. The conducted experiments have confirmed the suitability of the developed specialized installation for studying biophysical processes occurring in the skin.

Keywords: installation specialized, excitation and registration of luminescence, node, skin, biophysical processes, research, meridians, structures of glow patterns

REFERENCES

1. Portnov F.G. *Elektropunktornaya refleksoterapiya* [Electropunctural reflexotherapy]. 3rd ed. Riga, Zinatne Publ., 1987. 352 p.
2. Koltovoi N.A. *Neelektromagnitnye polya. Psikhofizika*. Kn. 22. *Biologicheski aktivnye točki*, t. 5 [Not electromagnetic fields. Psychophysics. Bk. 22. Biologically active points. Vol. 5]. Moscow, 2015. Available at: <http://docplayer.ru/27519167-Neelektromagnitnye-polya-psiho-fizika-kniga-22-biologicheskii-aktivnye-tochki.html> (accessed: 25.03.2019).
3. Kandarov F.B. *Otechestvennaya refleksoterapiya* [Domestic reflexology]. Ufa, Gilem Publ., 2014. 197 p.
4. Budagovsky A.V., Budagovskaya O.N., Budagovsky I.A. *Mezhkлетchnaya kommunikatsiya posredstvom kogerentnogo izlucheniya* [Intercellular communication using coherent radiation]. *Fotonika – Photonics*, 2016, no. 3 (57), pp. 148–162.
5. Navrotsky L.G., Lisitsyna L.I. Biophysics model for information transmission path from an acupuncture point to central nervous system. *14th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE) – 44894 Proceedings*, Novosibirsk, 2018, vol. 1, pt. 2, pp. 366–368.
6. Navrotsky L.G., Lisitsina L.I., Yudin V.I., Belavskaya S.V., Blokhin A.A., Rusetsky V.S. Research on possibility of visualization of biologically active points by light illumination. *12th Inter-*

* Received 06 September 2018.

national Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE) – 34006 Proceedings, Novosibirsk, 2014, vol. 1, pp. 524–526.

7. Navrotsky L.G., Blokhin A.A., Belavskaya S.V., Lisitsyna L.I., Lyutkevich A.A., Poteryaeva E.L., Yudin V.I., Litscher G. Patterns of skin luminescence resulting from the visualization of active acupuncture points using optical stimulation. *Integrative Medicine International*, 2015, vol. 2, no. 1–2, pp. 1–8.

8. Belavskaya S.V., Blokhin A.A., Kuzmin A.N., Lisitsyna L.I., Navrotsky L.G. Some actual problems of electronic instrument in the field of reflexotherapy. *13th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE 2016): proceedings*, Novosibirsk, 3–6 October 2016, vol. 1, pt. 1, pp. 395–401.

9. Navrotsky L.G., Blokhin A.A., Belavskaya S.V., Lisitsyna L.I., Lyutkevich A.A., Poteryaeva E.L., Yudin V.I. Issledovanie vozmozhnosti vizualizatsii vysokoaktivnykh tochek sootvetstviya organam i uchastkam tela s patologiei opticheskim metodom [Research on possibility of visualization of highly active points of compliance to organs and body regions with pathology by the optical method]. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri – Medicine and education in Siberia*, 2015, no. 2.

10. Gevorgyan I.S., Blokhin A.A., Lisitsyna L.I. Study of the patterns structure dependence in the area of biologically active points on different features. *Science. Research. Practice: 17th All Russia Academic and Research Conference of Graduate and Postgraduate Students*. Novosibirsk, NSTU Publ., 2019, pp. 169–172.

11. Navrotsky L.G., Lisitsyna L.I., Belavskaya S.V., Blokhin A.A., Kamardin A.E., Krasilnikova O.Y., Chirkova N.S. Ultraviolet range waves in the spectrum of biologically active areas induced radiation. *14th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE) – 44894 Proceedings*, Novosibirsk, 2018, vol. 1, pt. 2, pp. 363–365.

12. Samosyuk I.Z., Lysenyuk V.P. *Akupunktura* [Acupuncture]. Moscow, AST-Press Kniga Publ., 2004. 528 p.

13. Ataev D.I. *Elektropunkturnaya refleksoterapiya: v pomoshch' vashemu zdorov'yu* [Elektropunkturnaya reflexotherapy: for the aid to your health]. Moscow, Amrita- Rus' Publ., 2004. 224 p.

14. Lisitsyna L.I., Belavskaya S.V., Kuzmin A.N., et al. *Razrabotka universal'nogo kompleksa dlya issledovaniya i otsenki elektrofizicheskikh parametrov kozhnogo pokrova maloi ploschadi i mnogofaktornogo fizioterapevticheskogo vozdeistviya: otchet NIOKR* [Development of a universal complex for a research and assessment of electrophysical parameters of an integument of the small area and multiple-factor physiotherapeutic influence: Research and development]. Novosibirsk, 2014, no. 01201463196 (In Russian, unpublished).

15. Zel'din E.A. *Impul'snye gazorazryadnye lampy i ikh skhemy vklyucheniya* [The pulsed gas discharge lamp and circuit]. Moscow, Energiya Publ., 1964. 51 p.

16. *Tsifrovaya fotokamera Nikon D3300. Podrobnoe rukovodstvo pol'zovatelya* [Digital camera Nikon D3300. Detailed user guide]. Nikon Corporation, 2014. 392 p.

17. Navrotsky L.G., Lisitsyna L.I., Blokhin A.A., Kamardin A.E., Belavskaya S.V., Poteryaeva E.L. Luminescence of acupuncture points in darkened area under optical pulse excitation of adjoining areas of investigated meridian. *The 19th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices EDM-2018: proceedings*. Novosibirsk, NSTU Publ., 2018, pp. 645–648.

18. *Denkovi Software*. Available at: <https://denkovi.com/denkovi-software> (accessed 25.03.2019).

Для цитирования:

Специализированная установка для исследования биофизических процессов, протекающих в кожном покрове / Л.И. Лисицына, Л.Г. Навроцкий, А.А. Блохин, С.В. Белавская, А.Е. Камардин, И.С. Геворгян, Н.С. Чиркова // Научный вестник НГТУ. – 2019. – № 1 (74). – С. 61–76. – DOI: 10.17212/1814-1196-2019-1-61-76.

For citation:

Lisitsyna L.I., Navrotsky L.G., Blokhin A.A., Kamardin A.E., Belavskaya S.V., Gevorgyan I.S., Chirkova N.S. Spetsializirovannaya ustanovka dlya issledovaniya biofizicheskikh protsessov, protekayushchikh v kozhnom pokrove [Specialized installation for the study of biophysical processes occurring in the skin]. *Nauchnyi vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Science bulletin of the Novosibirsk state technical university*, 2019, no. 1 (74), pp. 61–76. DOI: 10.17212/1814-1196-2019-1-61-76.