

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ,
МЕТРОЛОГИЯ
И ИНФОРМАЦИОННО-
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

INSTRUMENT MAKING,
METROLOGY AND
INFORMATION
MEASUREMENT DEVICES
AND SYSTEMS

УДК 681.2

DOI: 10.17212/2782-2001-2021-1-123-134

Биофизическая модель процесса распознавания картин ответной реакции кожного покрова на оптическую активацию*

**С.В. БЕЛАВСКАЯ^a, И.С. ГЕВОРГЯН^b, Л.И. ЛИСИЦЫНА^c,
Л.Г. НАВРОЦКИЙ^d**

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

^a Svetlana.belana@yandex.ru ^b ya.irinagevorgyan2013@yandex.ru
^c lisitcinali@gmail.com ^d leonid.navrotsky@gmail.com

В работе представлена биофизическая модель процесса распознавания картин свечения (ответной реакции) кожного покрова в области биологически активных зон на внешнюю оптическую активацию. Модель разработана с целью увеличения эффективности процесса выявления причин различия картин свечения. Дано описание структур картин свечения, описаны их различия. Дано обоснование использования в проводимых исследованиях вынужденного излучения клеток кожного покрова (распознавание сверхслабых сигналов спонтанного излучения технически сложно). Вынужденное излучение биологических объектов появляется в результате возбуждения биологической среды внешним воздействием и оказывается значительно выше спонтанного. Спонтанное оптическое излучение клеток кожи при определенных условиях является одним из характерных свойств кожного покрова. Причиной этого излучения может быть полевая форма межклеточного взаимодействия, которая вызывает биохемилюминесценцию в виде спонтанных слабых сигналов, обеспечивающих межклеточную коммуникацию. В модели использована биотехническая система, связанная с физическим состоянием человека, его характеристиками, типом меридиана и внешними условиями. Выделены подсистемы (биологическая и техническая), основные элементы системы, установлены связи между ними, необходимые и достаточные для получения выводов, сформулированы основные требования к системе, определены исходные данные. Приведены результаты первичных предварительных экспериментальных исследований с использованием разработанной модели, в которых обнаружена некоторая зависимость структур картин свечения от типа меридиана. Отмечено, что окончательные выводы о причинах различия картин свечения кожного покрова в определенных точках биологически активных зон будут сформулированы при наборе более обширной статистики с использованием разработанной модели.

* Статья получена 02 ноября 2020 г.

Ключевые слова: кожный покров, биологически активные зоны, внешнее оптическое воздействие, ответная реакция, различные картины свечения, причины, биофизическая модель, биотехническая система

ВВЕДЕНИЕ

В Новосибирском государственном техническом университете (НЭТИ-НГТУ) ведутся исследования процессов, протекающих в кожном покрове в области биологически активных зон (БАЗ). Одним из интересных явлений, впервые обнаруженных группой ученых не так давно, является эффект возникновения ответной реакции (свечения) определенных областей кожного покрова на предварительную засветку. Ответное свечение кожного покрова проявляется в виде картин своеобразной геометрии, присущих определенной области. Авторами данной работы впервые получено несколько структур картин свечения определенных точек биологически активных зон кожного покрова. Окончательные причины различия этих структур пока не выявлены. Возможно, они могут быть связаны с состоянием человека. Данный эффект требует глубокого изучения и теоретического обоснования.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Причины различия картин ответного свечения определенных областей кожного покрова на предварительную засветку пока не сформулированы, хотя авторами ранее была предпринята попытка проведения небольшого количества предварительных исследований по выяснению этих причин, но эта процедура оказалась довольно трудоемкой.

Для увеличения эффективности решения поставленной задачи необходимо создать биофизическую модель процесса распознавания причин различия картин ответной реакции (свечения) кожного покрова в области БАЗ на внешнюю оптическую активацию, позволяющую выявить возможную взаимосвязь структур картин свечения с физическим состоянием человека, его характеристиками, внешними условиями, типом и активностью меридиан и т. д., что является весьма актуальным, так как ответ на данный вопрос может быть полезным для оценки функционального состояния человека.

2. ТЕОРИЯ

Известно, что взаимосвязь организма человека с внешней средой устанавливается через кожный покров – оболочку тела человека, несущую информацию о его физическом и психическом состоянии. А так как аналитическая деятельность в организме свойственна не только центральной, но и периферической нервной системе и даже отдельным клеткам, то возникают механизмы проецирования рецепторной информации в наружные покровы тела, находящиеся в генетическом родстве с органами чувств и нервной системой, с ее сложной передаточной функцией. При этом в соответствующих участках тела происходит прямая и обратная передача нервных импульсов, в результате чего устанавливается оптимальная взаимосвязь организма с внешней средой [1]. Поэтому изучение параметров кожи является актуальным, так как кожный покров наиболее доступен для исследований и отражает состояние

внутренней среды организма. В настоящее время многие научные исследователи всего мира занимаются изучением параметров кожного покрова и их зависимости от внешней среды и состояния человека.

Одно из характерных свойств кожного покрова – спонтанное оптическое излучение клеток кожи при определенных условиях, причиной которого может быть полевая форма межклеточного взаимодействия, которая вызывает биохемилюминесценции в виде спонтанных сверхслабых сигналов [2]. В работе [2] анализируется полевая (нехимическая) форма межклеточного взаимодействия (межклеточная коммуникация) посредством оптического взаимодействия клеток 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. Кроме того, указано, что спонтанное излучение клеток связано с биологическими ритмами и состоянием человека. Однако исследование биофизических процессов, протекающих в кожных покровах на основе полевой коммуникации биосистем, затруднено, так как «распознавание сверхслабых сигналов биохемилюминесценции на фоне существенно более интенсивной освещенности» [2] технически сложно (спонтанное оптическое излучение определяется несколькими десятками-сотнями фотонов).

Авторами настоящей работы проводятся исследования по изучению биофизических процессов, протекающих в кожном покрове в области БАЗ, причем предложено от спонтанной биохемилюминесценции (ввиду ее малости) перейти к вынужденной флюоресценции молекул под действием импульсного оптического воздействия. Вынужденное излучение биологических объектов появляется в результате возбуждения биологической среды внешним воздействием и оказывается значительно выше спонтанного. В [3] рассматривается модель пути передачи информации при внешнем воздействии на организм от БАЗ к центральной нервной системе и обратно с учетом оптического пути передачи информации, т. е. с учетом оптического взаимодействия клеток кожи (рис. 1). Причем отмечено, что самая высокая скорость передачи информации – именно через оптический путь (миелиновые оболочки, белки, хромофоры). Кроме того, указано, что имеет место прямой и обратный процесс передачи информации, т. е. при внешнем оптическом воздействии кожный покров в области БАТ (биологически активных точек) может засветиться.

Наиболее чувствительные периферические элементы кожного покрова – определенные точки биологически активных зон (акупунктурные) [4–6]. Авторам работы [7] удалось впервые зафиксировать вынужденное свечение кожного покрова в области БАТ при внешней импульсной засветке (визуализировать БАТ), возникающее под действием происходящих биофизических процессов в кожном покрове при внешнем оптическом воздействии и одновременной фотофиксации в макрорежиме. Последующая программная обработка полученных картин вынужденных свечений на ПК в графическом редакторе с возможным оптическим увеличением изображений в среднем до четырех раз (с электронным – до 300 раз) позволила выявить их своеобразные геометрии, присущие определенным областям. Получено несколько структур картин свечения кожного покрова в области БАТ – ответной реакции на внешнюю засветку (рис. 2) [8–10].



Рис. 1. Биофизическая модель пути передачи информации от БАТ к центральной нервной системе

Fig. 1. A biophysical model of the information transmission way from the BAP to the central nervous system

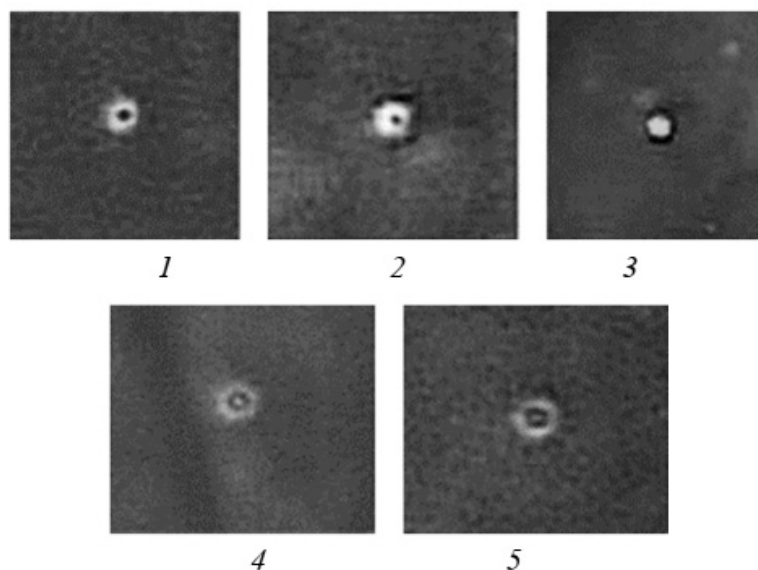


Рис. 2. Структуры картин вынужденного свечения кожного покрова биологически активных точек в области БАЗ:

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. 2. The structure of the pictures of the forced glow of the skin in the area of BAZ:

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

3. ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ РАЗЛИЧИЯ СТРУКТУР КАРТИН СВЕЧЕНИЯ КОЖНОГО ПОКРОВА

На наш взгляд, может быть несколько причин различия структур картин свечения кожного покрова в области БАТ, возникающего в результате внешней засветки:

- влияние физического состояния человека;
- 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) [8, 9].

4. ПОСТРОЕНИЕ БИОФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА РАСПОЗНАВАНИЯ КАРТИН ОТВЕТНОЙ РЕАКЦИИ КОЖНОГО ПОКРОВА НА ОПТИЧЕСКУЮ АКТИВАЦИЮ

Для построения модели процесса выявления причин различия картин свечения (ответной реакции) кожного покрова на оптическую активацию нами была использована биотехническая система (БТС) – совокупность биологических и технических элементов, объединенных в единую функциональную систему целенаправленного поведения и связанных между собой в едином контуре управления [12, 13]. Моделирование БТС – это сложный процесс установления связей между элементами. В настоящей работе используется более глубокий и расширенный подход к составлению модели – построение биофизической модели процесса выявления причин различия структуры картин свечения (ответной реакции) кожного покрова в области БАТ на оптическую активацию.

Разрабатываемая модель предполагает наличие входных и выходных переменных, параметров, описывающих ее внутреннее состояние и поведение. В этом случае система может быть представлена в виде [13]

$$Y = F \{X, V\},$$

где Y – выходные сигналы (реакции); $F \{*\}$ – оператор функционального преобразования, определяющий поведение системы; X – входные сигналы (воздействия); V – собственные параметры.

Состояние системы определяется набором значений ее собственных параметров или производных показателей.

Первый этап моделирования – это формулировка цели (Ц) и требований к системе, разбиение модели на подсистемы (П) и элементы (Э).

Второй этап моделирования – установление варьируемых данных (Д) – входных сигналов хи-критериев выбора (КВ).

В данной модели БТС предполагается разбить на 2 подсистемы.

В качестве первой подсистемы (P_1) используется кожный покров в области БАЗ определенного субъекта.

Второй подсистемой (P_2) является техническая часть, состоящая из трех блоков: блока активации (P_{21}), блока регистрации (P_{22}) выходных сигналов Y и блока обработки (БО) – оператора функционального преобразования F .

В качестве блока активации выступает источник некогерентного оптического излучения, состоящий из двух элементов варьирования: \mathcal{E}_1 – источника импульсного оптического излучения, \mathcal{E}_2 – источника постоянного оптического излучения.

В качестве блока регистрации выступает фотоприемник, а в качестве блока обработки используется персональный компьютер с программным обеспечением.

Основным требованием к системе является обеспечение возможности варьирования исходных данных (Д). Исходные данные варьируются по следующим критериям: по группам (D_1, D_2, \dots, D_n) и по параметрам каждой группы V (собственным параметрам). К группам можно отнести: D_1 – характеристики субъекта, D_2 – типы меридианов, D_3 – активность меридиана, D_4 – параметры внешней среды.

К параметрам первой группы D_1 относятся характеристики субъекта: $T_{1.1}$ – пол, $T_{1.2}$ – температура кожного покрова в исследуемой области, $T_{1.3}$ – электрическое сопротивление кожного покрова, $T_{1.4}$ – частота сердечных сокращений (ЧСС), $T_{1.5}$ – частота дыхания, $T_{1.6}$ – артериальное давление, $T_{1.7}$ – жалобы и т. д.

Группа D_2 : $T_{2.1}, T_{2.2}, \dots, T_{2.14}$ (14 известных меридианов).

Группа D_3 (степень способности меридиана реагировать на внешнюю за-светку) состоит из двух параметров: $T_{3.1}$ – активный меридиан, степень активности – 100 %; $T_{3.2}$ – неактивный меридиан.

К группе D_4 относятся параметры внешней среды: $T_{4.1}$ – температура воздуха, $T_{4.2}$ – атмосферное давление, $T_{4.3}$ – влажность воздушной среды и т. д.

Биофизическая модель процесса выявления причин различия картин свечения кожного покрова в определенных точках БАЗ при внешней активации приведена на рис. 3.

Картина, зарегистрированная при определенных исходных данных, выбранных по группе и по параметру из группы, а также сами исходные данные поступают в блок обработки. Блок обработки анализирует особенности картин и отыскивает их связь с исходными данными. При наборе определенной статистики блоком обработки формируется результат (P) – выходные сигналы Y в виде выводов о связях картин свечения с исходными данными.

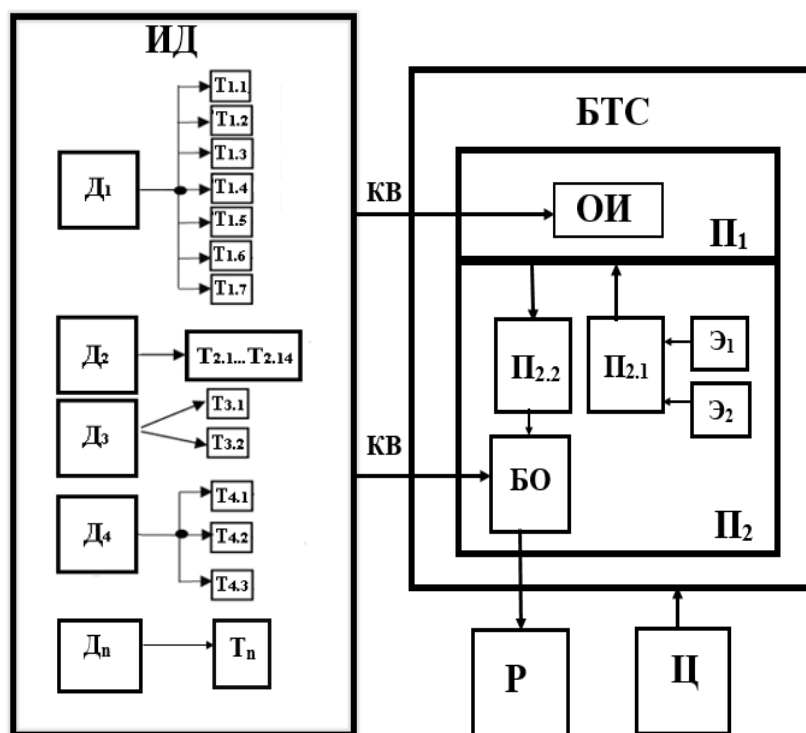


Рис. 3. Биофизическая модель процесса распознавания причин различия картин свечения кожного покрова (ответной реакции на оптическую активацию):

Ц – цель; БТС – биотехническая система; П₁ – биологическая подсистема; П₂ – техническая подсистема; ИД – исходные данные; ОИ – объект исследования; П_{2.1} – блок активации; П_{2.2} – блок регистрации; Э₁ – источник импульсного оптического излучения; Э₂ – источник постоянного оптического излучения; БО – блок обработки; Р – результат; Д₁ – характеристики субъекта; Д₂ – типы меридианов; Д₃ – активность меридиана; Д₄ – параметры внешней среды; Д_n – дополнительные данные при расширении системы; Т – параметры групп; КВ – критерии выбора

Fig. 3. A biophysical model of the process of recognizing the causes of differences in skin glow patterns (response to optical activation):

Ц – target; БТС – biotechnical system; П₁ – biological subsystem; П₂ – technical subsystem; ИД – initial data; ОИ – object of research; П_{2.1} – activation unit; П_{2.2} – registration unit; Э₁ – source of pulsed optical radiation; Э₂ – source of constant optical radiation; БО – processing unit; Р – result; Д₁ – subject's characteristics; Д₂ – types of meridians; Д₃ – meridian activity; Д₄ – environmental parameters; Д_n – additional data when expanding the system; Т – group parameters; КВ – selection criteria

Следует отметить, что основные элементы технической подсистемы Э₁, Э₂, П_{2.1}, П_{2.2}, БО в сумме представляют собой специализированную установку для исследования биофизических процессов, протекающих в кожном покрове, разработанную ранее авторами работы [8]. Для приемлемой регистрации картин свечения кожного покрова в области БАТ в установке предусмотрены возможности изменения параметров оптических импульсов возбуждения (длительности, мощности) и параметров регистрирующих процес-

сов (время выдержки, чувствительность), а также временные соотношения между возбуждающими и регистрирующими процессами. На рис. 4 представлена функциональная схема разработанной установки.



Рис. 4. Функциональная схема специализированной установки

Fig. 4. Functional scheme of a specialized unit

Установка состоит из четырех частей: узла возбуждения и регистрации свечения БАТ, контроллера управления, блока питания и управления и персонального компьютера, подробно описанных в [8].

5. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ранее авторами в результате использования чернового экземпляра разработанной модели было проведено небольшое количество первичных экспериментальных исследований [8–10], которые позволили сформулировать некоторые предварительные выводы.

1. Зависимость структуры картин свечения кожного покрова от внешних условий и характеристик испытуемого пока оказалась пренебрежимо мала.

2. 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.

3. Однако ранее в работе [9] 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, зависимость типа структуры картины свечения от типа меридиана, вероятно, не является единственной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в работе представлена биофизическая модель распознавания причин различия структур картин свечения (ответной реакции) кожного покрова в определенных точках БАЗ на внешнюю оптическую активацию. Дано обоснование использования в проводимых исследованиях вынужденного излучения клеток кожного покрова (распознавание сверхслабых сигналов спонтанного излучения технически сложно). В модели использована биотехническая система БТС, связанная с физическим состоянием человека, его характеристиками, типом меридиана, внешними условиями и т. д. Выделены основные элементы системы, установлены связи между ними, необходимые и достаточные для реализации процесса выявления причин различия картин свечения при внешней засветке и определенных исходных данных, сформулированы основные требования к системе, определены исходные данные и специальные критерии выбора исходных данных. Приведены результаты первичных предварительных экспериментальных исследований с использованием разработанной модели, в которых обнаружена некоторая зависимость структур картин свечения от типа меридиан.

Окончательные причины различия этих структур пока не сформулированы. В [8–10] и в настоящей работе представлены результаты только первичных исследований в небольшом количестве.

Дальнейшая работа будет направлена на более глубокое выявление связи структуры картин свечения (ответной реакции) кожного покрова в БАТ на внешнюю активацию с различными параметрами окружающей среды, характеристиками самих испытуемых, а также активностью меридианов. Для этого необходимо продолжать исследования и набирать более обширную статистику с использованием разработанной модели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Портнов Ф.Г.* Электростимуляторная рефлексотерапия. – 3-е изд. – Рига: Зинатне, 1987. – 352 с.
2. *Будаговский А.В., Будаговская О.Н., Будаговский И.А.* Межклеточная коммуникация посредством когерентного излучения // *Фотоника*. – 2016. – № 3 (57). – С. 148–163.
3. *Navrotsky L.G., Lisitsyna L.I.* Biophysics models 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.
4. *Самосюк И.З., Лысенюк В.П.* Акупунктура. – М.: АСТ-Пресс Книга, 2004. – 528 с. – (Медицинская энциклопедия).
5. *Кандаров Ф.Б.* Отечественная рефлексотерапия. – Уфа: Гилем, 2014. – 197 с.
6. *Колтовой Н.А.* Неэлектромагнитные поля. Психофизика. Кн. 22. Биологически активные точки, т. 5. – М., 2015. – URL: <http://docplayer.ru/27519167-Neelektromagnitnye-polyapsihofizika-kniga-22-biologicheskiiaktivnye-tochki.html> (дата обращения: 10.03.2021).
7. 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.
8. 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.

9. 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.

10. Possible reasons for differences in luminescence patterns near biologically active points / L.I. Lisitsyna, L.G. Navrotsky, A.A. Blokhin, I.S. Gevorgyan, S.V. Belavskaya, A.N. Kuzmin // The 20th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM-2018: proceedings. – Novosibirsk: NSTU, 2019. – P. 638–642.

11. Атаев Д.И. Электропунктурная рефлексотерапия: в помощь вашему здоровью. – М.: Амрита-Русь, 2004. – 224 с.

12. Корневский Н.А. Биотехнические системы: учебник для студентов вузов по направлению «Биотехнические системы и технологии». – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 687 с.

13. Акулов С.А., Федотов А.А. Основы теории биотехнических систем. – М.: Физматлит, 2014. – 259 с.

Белавская Светлана Витальевна, кандидат технических наук, доцент кафедры электронных приборов Новосибирского государственного технического университета. Основное направление научных исследований – исследование биофизических процессов в кожном покрове, измерительная техника. Имеет около 200 публикаций, включая 17 авторских свидетельств и патентов РФ. E-mail: Svetlana.belana@yandex.ru

Геворгян Ирина Смбаговна, магистрант кафедры электронных приборов Новосибирского государственного технического университета. Научные интересы – исследование биофизических процессов в кожном покрове. Имеет 7 научных публикаций. E-mail: ya.irinagevorgyan2013@yandex.ru

Лисицына Лилия Ивановна, доктор технических наук, профессор кафедры электронных приборов Новосибирского государственного технического университета. Основное направление научных исследований – разработка диагностических устройств, исследование биофизических процессов в кожном покрове. Имеет около 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, преподаватель-исследователь. Основное направление научных исследований – исследование биофизических процессов в кожном покрове. Имеет более 30 научных публикаций. E-mail: leonid.navrotsky@gmail.com

Belavskaya Svetlana V., PhD (Eng.), associate professor at the Department of Electronic Devices, Novosibirsk State Technical University. The main field of her research is development of biophysical processes in skin surface and measuring equipment. She is the author of more than 200 publications including 17 RF author's certificates and patents. E-mail: BelavskayaSV@gmail.com

Gevorgyan Irina S., a Master student at the Department of Electronic Devices in Novosibirsk State Technical University. The main field of her research is development of biophysical processes in the skin surface. She is the author of 7 publications. E-mail: ya.irinagevorgyan2013@yandex.ru

Lisitsyna Liliya I., D. Sc. (Eng.), professor at the Department of Electronic Devices in Novosibirsk State Technical University. The main field of her research is development of diagnostic 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 G., a senior researcher at the Institute of Laser Physics SB RAS. His research interests are focused on the development of biophysical processes in the skin surface. He is the author of more than 30 publications. E-mail: leonid.navrotsky@gmail.com

A biophysical model of the recognition process of skin response patterns to optical activation*

*S.V. BELAVSKAYA^a, I.S. GEVORGYAN^b, L.I. LISITSYNA^c,
L.G. NAVROTSKY^d*

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

^a Svetlana.belana@yandex.ru ^b ya.irinagevorgyan2013@yandex.ru

^c lisitcinali@gmail.com ^d leonid.navrotsky@gmail.com

Abstract

This paper presents a biophysical model of the recognition process of glow patterns (response) of the skin in the area of biologically active zones to external optical activation. The model was developed to increase the efficiency of the process of identifying the causes of differences in glow patterns. The structures of glow patterns are described and their differences are described. A rationale for the use of forced radiation of skin cells in current studies is given (recognition of weak signals of spontaneous radiation is technically difficult). Forced radiation of biological objects appears as a result of excitation of the biological environment by an external action and is much higher than spontaneous radiation. Spontaneous optical radiation of skin cells under certain conditions is one of the characteristic features of the skin. This radiation can be caused by a field form of intercellular interaction, which causes biochemiluminescence in the form of spontaneous weak signals ensuring intercellular communication. The model uses a biotechnical system related to the human physical state, its characteristics, type of meridian and external conditions. We have identified subsystems (biological and technical), the main elements of the system, determined the links between them, necessary and sufficient for drawing conclusions, formulated the main requirements for the system, determined the initial data. The results of the preliminary experimental investigations with the use of the developed model are presented in which some dependence of the luminescence patterns on the meridian type is revealed. It is noted that final conclusions on the causes of skin glow patterns differences in certain points of biologically active zones will be made when more extensive statistical data is collected using the developed model.

Keywords: skin, biologically active zones, external optical effect, response, different glow patterns, causes, biophysical model, biotechnical system

REFERENCES

1. Portnov F.G. *Elektropunkturnaya refleksoterapiya* [Electropunctural reflexotherapy]. 3rd ed. Riga, Zinatne Publ., 1987. 352 p.
2. Budagovsky A.V., Budagovskaya O.N., Budagovsky I.A. Mezhkлетchnaya kommunikatsiya po-sredstvom kogerentnogo izlucheniya [Intercellular communication using coherent radiation]. *Fotonika = Photonics Russia*, 2016, no. 3 (57), pp. 148–163.
3. 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.
4. Samosyuk I.Z., Lysenyuk V.P. *Akupunktura* [Acupuncture]. Moscow, AST-Press Kniga Publ., 2004. 528 p.

* Received 02 November 2020.

5. Kandarov F.B. *Otechestvennaya refleksoterapiya* [Domestic reflexology]. Ufa, Gilem Publ., 2014. 197 p.
6. Koltovoi N.A. *Neelektromagnitnye polya. Psikhofizika*. Kn. 22. *Biologicheski aktivnye točki*, t. 5 [Not electromagnet fields. Psychophys. Bk. 22. Biologically active points. Vol. 5]. Moscow, 2015. Available at: <http://docplayer.ru/27519167-Neelektromagnitnye-polya-psihofizika-kniga22-biologicheski-aktivnye-tochki.html> (accessed 10.03.2021).
7. 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 toček 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.
8. Lisitsina 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.
9. 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.
10. Lisitsyna L.I., Navrotsky L.G., Blokhin A.A., Gevorgyan I.S., Belavskaya S.V., Kuzmin A.N. Possible reasons for differences in luminescence patterns near biologically active points. *The 20th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices EDM-2018: proceedings*, Novosibirsk, 2019, pp. 638–642.
11. Ataev D.I. *Elektropunktturnaya refleksoterapiya: v pomoshch' vashemu zdorov'yu* [Elektropunktturnaya reflexotherapy: for the aid to your health]. Moscow, Amrita- Rus' Publ., 2004. 224 p.
12. Korenevskii N.A. *Biotehnicheskie sistemy* [Biotechnical systems]. Staryi Oskol, TNT Publ., 2013. 687 p.
13. Akulov S.A., Fedotov A.A. *Osnovy teorii biotehnicheskikh sistem* [Fundamentals of biotechnical systems theory]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2014. 259 p.

Для цитирования:

Биофизическая модель процесса распознавания картин ответной реакции кожного покрова на оптическую активацию / С.В. Белавская, И.С. Геворгян, Л.И. Лисицына, Л.Г. Навроцкий // Системы анализа и обработки данных. – 2021. – № 1 (81). – С. 123–134. – DOI: 10.17212/2782-2001-2021-1-123-134.

For citation:

Belavskaya S.V., Gevorgyan I.S., Lisitsyna L.I., Navrotsky L.G. Biofizicheskaya model' protsessa raspoznavaniya kartin otvetnoi reaktsii kozhnogo pokrova na opticheskuyu aktivatsiyu [A biophysical model of the recognition process of skin response patterns to optical activation]. *Sistemy analiza i obrabotki dannykh = Analysis and data processing systems*, 2021, no. 1 (81), pp. 123–134. DOI: 10.17212/2782-2001-2021-1-123-134.