

СЕКЦІЯ 6
ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЇ
БІОМЕДИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

УДК 616-072.1

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЖЕСТКИХ МЕДИЦИНСКИХ
ЭНДОСКОПОВ

^{1), 2)} *Имиев А.Д., ¹⁾ Чиж И.Г.*

¹⁾ *Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Киев, Украина*

²⁾ *SERVER medical devices Ltd, Istanbul, Turkey*

E-mail: amir@servertibbicihazlar.com, i.g.chizh@gmail.com

В 1959 году Гарольд Хопкинс изобрел стержневые линзы для передачи изображения, а в 1963 году система стержневых линз была комбинирована Карлом Шторцем для передачи изображения в жестких эндоскопах, и данная технология используется по сей день практически без изменений.

К медицинским эндоскопам, предназначенным для наблюдений внутренних органов *in vivo*, предъявляются повышенные требования к качеству формируемых ними изображений. К тому же такие эндоскопы должны выдерживать автоклавируемость и иметь высокую термохимическую стойкость. Оптика эндоскопов должна безукоризненно формировать качественные изображения в условиях жестких ограничений, обусловленных анатомическими особенностями живого организма и при этом соответствовать устоявшимся медицинским стандартам. Несмотря на большой прогресс в области эндоскопии проблемой до сего времени является чрезмерная хрупкость жестких эндоскопов. Хрупкость в первую очередь обусловлена тем, что длина стержневой линзы намного больше ее поперечного размера (диаметра). Из-за этого малейший изгиб линзы приводит к ее поломке и выходу из строя эндоскопа. Усиление жесткости за счет увеличения толщины стенки стального тубуса не представляется возможным из-за существующих медицинских ограничений на диаметр тубуса. Уменьшение диаметра стержневой линзы для утолщения стенок тубуса также недопустимо по причине потери качества изображения.

Для решения указанной проблемы предлагается изменение оптической системы переноса изображения за счет укорочения стержневых линз, но сочленения их между собой радиальными шарнирными поверхностями с присутствием в шарнирах иммерсионной среды.

Моделирование предлагаемой оптической системы подтвердило возможность сохранения качества изображения, присущего исходной системе с длинными стержневыми линзами. Такая модернизация оптической системы позволит уменьшить эксплуатационные издержки и сократит количество

оптических поверхностей подлежащих просветлению, что снизит себестоимость эндоскопа. Обеспечение большей гибкости наряду с вышеуказанными преимуществами увеличит конкурентную способность такого прибора.

Ключевые слова: жесткий эндоскоп, система стержневых линз, гибкость эндоскопа.

УДК 004.52

АВТОМАТИЗОВАНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АУТЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИСТОСТІ

*Зленко С. М., Мешков О. Ю., Тимчик С. В., Криворучко І. О.
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна
E-mail: vanghoste@gmail.com*

Автоматизований комплекс призначений для аутентифікації особистості за голосовим сигналом для автоматизованого контролю функціонального стану людини та оцінювання ступеня готовності водія до керування транспортним засобом, а в сімейній і телемедицині – для аутентифікації лікарів і пацієнтів при проведенні телемедичних консультацій. Це досягається шляхом виявлення особливостей голосу лікаря і пацієнта, а саме – перевіркою голосового діапазону; аналізом несприйняття до звукових відтінків; пошуком звукових артефактів; вивченням індивідуальних тембрових особливостей; обстеженням нервово-психологічного статусу тощо. При цьому канал вимірювання сили і гучності звуку забезпечує вимірювання тиску видихаємого пацієнтом через голосову щілину повітря та обчислення за психофізіологічним законом Вебера-Фехнера гучності і сили звуку в децибелах

$$E = k \lg I / I_0 \quad (1)$$

де E – величина слухового відчуття (гучності) звуку; I – інтенсивність звуку; I_0 – інтенсивність звуку на порозі чуття; k – коефіцієнт пропорційності, який залежить від частоти ν та інтенсивності τ .

Канал спектрального аналізу голосового сигналу визначає: кількість гармонік в сигналі; амплітуди, частоти, початкові фази – для кожної гармоніки; відсутність або наявність білого шуму; відсутність або наявність постійної складової сигналу.

Апаратна складова комплексу для аутентифікації включає мікрофон RODE SmartLan+, стерео аудіо адаптер ALLDYSEED X2R Spin to 3.5 mm, аудіо інтерфейс Focusrite Scarlett Solo And Gen, ПК [1]. До складу програмної частини комплексу входять програмні алгоритми (ПА) виділення вокалізованих ділянок голосового сигналу, визначення основної частоти голосового сигналу, формування локалізованих структур сигналу у просторі характеристик «структура-частота».

Створення комплексу сприяло, з одного боку – підвищенню безпеки та ефективності керування транспортними засобами, а з другого – зростанню якості та ефективності лікувально-діагностичного процесу в сімейній і телемедицині.

Ключові слова: аутентифікація особистості, телемедицина.

Література

[1] О. Ю. Мешков, “Програмно-апаратний комплекс для задач аутентифікації особистості за голосовим сигналом”, *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*, № 6(113), с.15-20, 2018.

УДК 004.9:616-76

ОКУЛЯРИ ДЛЯ КОРЕКЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОПЕРАТОРА

Штофель Д. Х., Коваль Л. Г., Паламарчук М. І.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

E-mail: striks@ukr.net

Процес сприйняття світла полягає в перетворенні амплітудно-частотних характеристик (АЧХ) електромагнітного випромінювання в світлочутливих рецепторах сітківки ока в АЧХ нервових імпульсів, що посилаються в зорову область кори головного мозку. Тут відбувається кінцева фаза обробки з формуванням зорових образів. Зорова кора пов'язана нервово-гуморальними шляхами практично з усіма регуляторними структурами центральної нервової системи, включаючи її вегетативну частину.

Дія кольорового світлового імпульсного впливу активує центри кори головного мозку і забезпечує ефективну психоемоційну корекцію роботи мозку і всієї ЦНС на початкових етапах розвитку втоми або розсіяної уваги.

Апарати для відеокорекції виконують у вигляді напівмаски-окулярів з окремими випромінювачами для очей та електронним блоком управління. Випромінювачі (світлодіоди) формують імпульси світла різного спектрального складу, модульовані за амплітудою, з однією або двома можливими частотами синхронізації. Відеокорекція зазвичай поєднується зі звуковою стимуляцією. Напівмаска-окуляри непридатна для використання в процесі роботи. Тому було запропоновано модифікувати конструкцію окулярів для використання їх оператором в процесі виконання службових обов'язків.

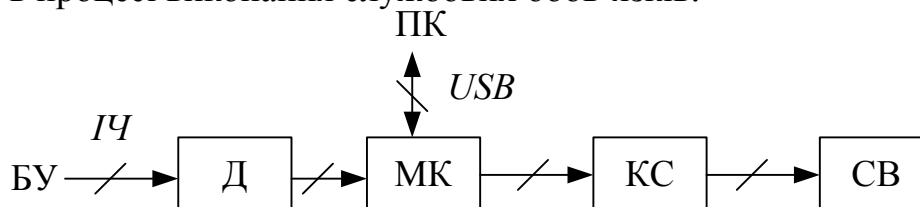


Рис. 1. Функціональна схема окулярів для корекції функціонального стану оператора

Розроблений в роботі прилад містить світлодіодний випромінювач (СВ), коло світлодіодів (КС), мікроконтролер (МК), інфрачервоний давач (Д), блок

управління (БУ). Для зміни програм стимуляції передбачене підключення мікроконтролера до ПК через USB-порт.

У випромінювачі використані надяскраві RGB-світлодіоди LED-003W на платі Star. Управління драйверами здійснюється мікроконтролером Atmega8L з попередньо встановленими програмами відеокорекції. Для увімкнення-вимкнення приладу і вибору програми стимуляції передбачено дистанційне керування через інфрачервоний канал. Кола світлодіодів побудовані на базі лінійних регуляторів струму, які забезпечують відсутність пульсацій випромінювання світлодіодів, характерного для імпульсних пристроїв.

Ключові слова: відеокорекція, стимуляція, функціональний стан.

УДК 615.849.19

ФОТОРЕГЕНЕРАЦІЯ РАН ДЛЯ ЛІКУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ НИЗЬКОІНТЕНСИВНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Цокота М.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

michael.tsokota@gmail.com

В терапевтичній та лікарській практиці часто стикаються з ранами та великим їх різноманіттям і підходами до лікування. Травматичні рубці і хірургічні рубці утворюють широкий спектр гострих і хронічних ран [1].

Більш конкретно, хірургічні рани являють собою поверхневі або глибокі рани на шкірі, слизових оболонках і м'язових шарах. При традиційному лікуванні рани використовують деякі специфічні препарати, такі як тематичні адміністративні препарати. Протягом останнього десятиліття було розроблено декілька методів на основі лазерних, електричних та магнітних полів, світла та ультразвуку як альтернативне або допоміжне лікування при хронічній та гострій лікуванні ран. Незважаючи на обмежене терапевтичне вікно лазерної терапії низького рівня (НІЛТ) у деяких пацієнтів, лазери здаються багатообіцяючими для багатьох пацієнтів, на основі знань про терапевтичну дію.

Хоча лазерна терапія використовується в місцевому лікуванні ран, слід враховувати просторовий розподіл розсіювання випромінювання для якісної ефективності впливу [2].

Потужність енергії може бути найбільш критичним параметр, а не щільність енергії. Доза випромінювання на деяких апаратах обраховується математично, а на інших вимагає розрахунків від людини. Рекомендовано, щоб щільність енергії на сеанс лікування повинна бути в межах 0,1 - 12,0 Дж / см². Однак існують деякі вказівки, при спеціальних захворюваннях і умовах впливу, які рекомендують до 30 Дж / см².

Раніше було запропоновано, що не слід перевищувати максимальну (одноразову) дозу 4 Дж/см². Нижчі дози слід застосовувати до більш гострих уражень, які відчутніші до енергії.

Низькі дози лазерного випромінювання впливають на ферментативні ланцюгові реакції, клітинний імунітет, кількість і якість імунних клітин, процес проліферації клітин, виділення тканин тощо. Низькі дози лазера, які використовуються в НІЛТ, впливають на ферментативні ланцюгові реакції, клітинний імунітет, кількість і якість імунних клітин, процес проліферації клітин, секрету тканин і т.д. достатньо терапевтичних вражень .

Таким чином, надійну лікувальну ефективність можна досягти з комплексним контролем випромінювання. Подальші контрольовані випробування в поєднанні з молекулярним та клітинним рівнем необхідні для розширення наших знань про точні моделі механізму лазерної дії.

Ключові слова: фотогенерація, низькочастотне лазерне випромінювання, рани.

Література:

- [1] М.В. Цокота, “Особенности лазерного взаимодействия с живой тканью”, на всеукраїнській науково-практичній конференції студентів та аспірантів «Погляд у майбутнє приладобудування», КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2018, с.374-378.
- [2] Н.В. Безугла, М.О. Безуглий, Г.С. Тимчик, К.П. Вонсевич, “Вплив осьової анізотропії розсіяння біологічних середовищ на точність визначення оптичних коефіцієнтів методом Монте-Карло”, *Наукові вісті НТУУ “КПІ”*, №1 (99), с.85 –91, 2015.

УДК 616.12-008:616.71:612.085:612.06

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПРОВІДНОСТІ КОРОНАРНИХ СУДИН ЗАСОБАМИ ТЕРМОГРАФІЇ

Шликов В.В., Данілова В.А.

Національний технічний університет України

Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: v.shlykov@kpi.ua, valnaa@ukr.net

Температурне поле, що реєструється термографічною системою в умовах штучного кровообігу під час кардіохірургічної операції, відображає унікальні морфологічні та біофізичні характеристики міокарда.

Основною причиною порушення локальної температури в серці є порушення мікроциркуляції в тканинах міокарду внаслідок запальних процесів. При охолодженні серця виникає уповільнення кровотоку і звуження поверхневих судин.

В іншій ситуації, при зігріванні серця, кровоток перерозподіляється в сторону поверхневих судин, що полегшує відведення тепла у зовнішнє операційне поле. При цьому на поверхні серця виникає температурний

градієнт, що являє собою різницю температури між поверхневим і глибинним шарами тканин міокарду.

Для визначення умов кровопостачання серця по дрібним коронарним судинам доцільно оцінювати зміну величини S_i/S_m , яка являє собою відношення прогрітої площі міокарда S_i до загальної площі поверхні S_m за рівні проміжки часу Δt протягом гіпертермії (рис. 1):

$$\theta = 1 - S_i/S_m, \quad (1)$$

де S_m – загальна площа поверхні міокарда, m^2 , S_i – площа поверхні міокарда, крізь яку відбувається процес теплообміну m^2 .

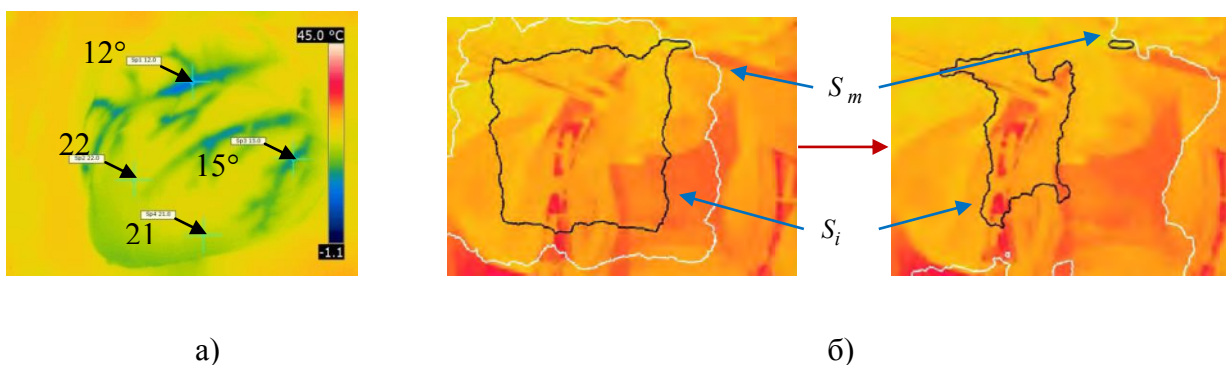


Рис. 1. Метод контурування для визначення провідності коронарних судин:
а – охолоджене серце; б – робота алгоритму детектора меж Канні

Визначення меж прогрітих і охолоджених ділянок міокарда здійснюється на основі алгоритму виділення контурів Канні [1], що модифіковано для дослідження градієнтів температури на поверхні міокарда [2].

Дослідження методу оцінки провідності коронарних судин проводились на клінічній базі Національного інституту серцево-судинної хірургії ім. М.М. Амосова при проведенні 28 операцій на відкритому серці.

Метод дозволяє виявляти в міокарді ділянки ішемії, що мають розміри 2×2 мм, його достовірність визначається температурною чутливістю $0,1^\circ\text{C}$ термографа FLIR ThermoCAM E300 і похибкою вимірювання $\pm 1\%$ від діапазону.

Ключові слова: інформаційні технології, температура серця, температурний градієнт, гіпотермія, гіпертермія, штучний кровообіг.

Література:

- [1] J. Canny, “A computational approach to edge detection”, *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, Vol.8, №6, pp. 679–698, 1986. doi: 10.1109/tpami.1986.4767851
- [2] V. Shlykov, V. Kotovskyi, N. Višniakovc, A. Šešok, «The IR-thermal imaging method for evaluation of the status of myocardial coronary vessels under the condition of artificial blood circulation», *Technology and Health Care*, vol. Pre-press, no. Pre-press, pp. 1-6, 2018. doi: 10.3233/THC-182504

УДК 501.508

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИОННЫХ СООТНОШЕНИЙ В МЕТОДАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ГАЗОВ

*Кугейко М. М., Смунев Д.А., Баравик А.А.
Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
E-mail: kugeiko@bsu.by*

Новый подход к решению обратной задачи оптического зондирования на основе установления регрессионных соотношений между определяемыми параметрами и измеряемыми оптическими характеристиками предложен в [1]. В докладе рассматриваются возможности использования данного подхода для определения концентраций водяного пара и углекислого газа в атмосфере по спектральным измерениям в диапазоне 2650-2850 нм, в котором наиболее сильно перекрываются их линии поглощения.

Регрессионный метод решения обратных задач предполагает, что искомые параметры среды (в частности концентрация газовых компонент) могут быть найдены при помощи некоторой статистической функции от измеряемых оптических характеристик. В настоящей работе в качестве функциональной связи между процентной концентрацией M паров воды и углекислого газа газовых и главными компонентами ζ_i , выделенными из спектральных значений их коэффициентов поглощения $\varepsilon(\lambda_i)$, использовались линейные множественные регрессии $M = a + \sum_{i=1}^N b_i \zeta_i$, где N – количество главных компонент (ГК), a и b_i – коэффициенты регрессии, вычисляемые на основе выборки с использованием метода наименьших квадратов. Приведённые в работе результаты получены для двух ГК.

Для решения задачи было проведено: моделирование спектра поглощения паров воды и углекислого газа (для диапазона вариаций их концентрации соответственно 0.2%÷1% и 0.5%÷2%) используя базу данных HITRAN; расчёт статистических выборок - модельной (обучающей, 250 состояний) и тестовой (500 состояний) - для построения регрессионных соотношений, связывающих процентное содержание газа в смеси и коэффициент поглощения; выделение главных компонент.

Влияние погрешностей оптических измерений на результат восстановления искомых характеристик оценивалось на тестовой выборке. При наложении на коэффициенты поглощения погрешности 5% расчетные погрешности определения концентрации паров воды и углекислого газа были менее 1%.

Ключевые слова: концентрация газов, коэффициенты поглощения, регрессионные соотношения.

Литература:

[1] М. М. Кугейко, С.А. Лысенко, *Лазерная спектрофелометрия аэродисперсных сред*. Минск: БГУ, 2012.

УДК 004.67, 611.839

РАНЖИРОВАНИЕ ГРУППЫ ЛИЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ АКТИВНОСТИ РЕГУЛЯТОРНЫХ СИСТЕМ В КОНКУРСНОЙ ЗАДАЧЕ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ОРГАНИЗМА ПРЕТЕНДЕНТОВ

¹⁾Шуляк О. П., ²⁾Henaff P., ²⁾Шачиков А. Д., ³⁾Кулахметов Д. Р., ⁴⁾Гапоненко Р. К.

¹⁾ *Национальный технический университет Украины*

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Киев, Украина

²⁾ *University of Lorraine-INRIA-CNRS, Nancy, France,*

³⁾ *ПРАТ «ХК «Укрспецтехніка»», Киев, Украина,*

⁴⁾ *«Idea Consulting», Киев, Украина*

E-mail: shulyak.alex.47@gmail.com, patrick.henaff@loria.fr, andrii.shachykov@gmail.com, coolahmetov@gmail.com, rkgaponenko@gmail.com

Ранжирование группы лиц должно быть выполнено в порядке ослабления возможностей функциональных состояний организма человека по комплексу показателей активности его регуляторных систем. Ранжирование рассматривается в конкурсной задаче для претендентов, ранговые отношения среди которых должны быть определены однозначно. Каждому лицу отводится одна позиция в списке. Решения должны быть доказательными и приниматься даже в противоречивых условиях, когда часть показателей при сравнении оказывается лучше, а часть – хуже.

В целом, представляемая работа направлена на совершенствование программно-аппаратных средств традиционной оценки функциональных состояний группы лиц по показателям активности регуляторных систем путем введения дополнительных процедур ранжирования указанных состояний, что требуется в целом ряде практических приложений.

Обсуждается предложенный принцип объективного доказательного линейного ранжирования группы лиц по комплексу разнородных показателей, а также реализующий его алгоритм. Раскрывается порядок преобразования абсолютных значений показателей активности в относительные значения в процентах для обеспечения сравнимости разнородных показателей, что необходимо для принятия решений. Предлагается использование специально разработанной кусочно-линейной характеристики для выполнения пересчета. Ранг каждого лица в итоговой таблице конкурсных решений подтверждается количественным показателем, что делает результат неопровержимым.

Для реализации предлагаемых процедур ранжирования требуются нормативные данные о границах поддиапазонов значений показателей для нормы и дисфункций разного вида («гипер-», «гипо-») и уровня (обычно их два в каждом виде дисфункций) с учетом особенностей контингента испытуемых лиц, а также значения показателей активности регуляторных систем каждого претендента, получаемые по пятиминутным записям ЭКГ. Далее ранжирование будет выполняться автоматически. Излагается тестовая проверка ранжирования

групи лиц. Учитывається необхідність системної оцінки состояний претендентів.

Ключевые слова: функціональне состояние організму людини, показателі активності регуляторних систем, апаратно-программні засоби оцінки, процедури ранжирования групи лиц.

УДК 616.152.21: 616.152

ТРАНСКУТАННА КИСНЕМЕТРІЯ, ЯК МЕТОД ОЦІНКИ СТАНУ МІСЦЕВОГО КРОВООБІГУ

Івченко П.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна,

E-mail: polina.mityi@i.ua

Метод транскутанної киснеметрії відомий з початку 1980-х років. Останнім часом спостерігається нова хвиля інтересу до цього методу, пов'язана з накопиченням клінічного досвіду його застосування, так і з розвитком інструментальної бази. Принцип методу полягає у вимірюванні напруги кисню на шкірі за допомогою прикріпленого до неї електроду Кларка. Електрод вимірює напругу кисню в нанесеному на шкіру і ізольованому від навколишнього атмосфери тонкому шарі електроліту. Під час вимірювання електрод нагрівається до $(42 - 44)^{\circ}\text{C}$. Капілярна система поверхневого шару шкіри під дією підвищеної температури розкривається, кровообіг підвищується до максимального рівня, при практично незмінному споживанні кисню тканинами, внаслідок чого артеріальна кров надходить впритул до нижньої поверхні рогового шару шкіри. Кларк запропонував використовувати в сенсорах закриту систему електродів, в якій всі дифузійні обмеження локалізуються в полімерній мембрані.

Використання мембранних сенсорів кисню дозволяє безперервно черезшкірно (транскутанно) визначати парціальний тиск кисню ($p\text{O}_2$). Такий метод дістав назву транскутанного визначення вмісту кисню в крові [1]. Крім того мембрана відокремлює електроліт та електроди від середовища, що аналізується, а це значно підвищує стабільність сенсора. Парціальний тиск кисню в крові - перший важливий параметр, від якого залежать результати вимірювання. Постачання кисню тканинам є складним процесом, який здійснюється системами зовнішнього дихання, кровообігу та окислювально-відновлювальним потенціалом клітин.

Проведені дослідження показали, що величина $p\text{O}_2$ в підшкірних тканинах людини характеризує функціональний стан досліджуваної ділянки на шкірному покриві, що дозволяє проводити спостереження за динамікою зміни патологічного стану. Зміни, які відбуваються на поверхні тіла людини, які корелюють з газообмінними процесами, є основою для використання в

наукових дослідженнях в області медицини і фізіології з метою виявлення особливостей порушення кровообігу.

Ключові слова: транскутанна киснеметрія, кисень, кровообіг, парціальний тиск кисню.

Література:

- [1] П.О. Івченко, “Особливості застосування транскутанного сенсора кисню” , на XVII Міжнародній науково-технічній конференції. Приладобудування: стан і перспективи, Київ, 2018, с.121-122.

УДК 612.171.1+ 004.852

**ПРОЦЕДУРИ РОЗПІЗНАВАННЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ СИГНАЛІВ
ДЛЯ ДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМ З КОМБІНОВАНИМ НАВЧАННЯМ**

Шуляк О. П., Лагутін В. В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: shulyak.alex.47@gmail.com, vitaly.1193@gmail.com

Розглядається розпізнавання сигналів, для кожного типу яких надаються навчальні вибірки. Рішення приймаються шляхом порівняння поточних реалізацій сигналів з еталонними – на користь тих типів, для яких схожість з їх еталонами найбільша. Попередньо сигнали у вигляді послідовності відліків перетворюються в характеристику їх форми (вектори), для чого з кожного сигналу вилучається постійна складова та здійснюється масштабування. Задача навчання розпізнавального алгоритму полягає у визначенні еталонів для кожного типу сигналів.

Оскільки розподіл реалізацій сигналів у фазовому просторі в загальному випадку може мати низку особливостей, пропонується навчальну вибірку для кожного типу сигналів додатково поділяти на підмножини (кластери) відповідно до реального розподілу точок (реалізацій). Для кожного кластеру розраховується свій еталон. Таким чином, для того ж самого типу сигналів пропонується використовувати декілька еталонів. Таке навчання розпізнавального алгоритму розуміється як комбіноване і потрібен відповідний алгоритм прийняття рішень.

В якості прикладу медико-біологічних сигналів, що розпізнаються, розглядаються три типи (N, A та V) QRS-комплексів електрокардіограми в півгодинному її запису конкретного пацієнта (дані з Internet). Комплекси розглядаються в єдиному вікні аналізу (128 відліків). Кількість комплексів навчальної вибірки кожного типу обрана однаковою (124 реалізації).

Розглядається рівень правильності рішень щодо розпізнавання сигналів без кластеризації і з нею. Перевірка правильності рішень проводиться в тесті на навчальній вибірці.

Розкривається зміст розроблених програмних процедур в середовищі MatLab для одного та декількох еталонів в класах сигналів. У разі декількох еталонів визначається схожість чергової вхідної реалізації з кожним з цих еталонів для кожного типу сигналів. Рішення приймається відповідно до знайденого максимуму схожості.

Наводяться результати порівняльної оцінки якості розпізнавання для звичайного навчання з учителем з використання єдиних еталонів для кожного класу сигналів і для випадку комбінованого навчання з використанням декількох еталонів в кожному класі. Оцінюються відсотки правильних рішень для кожного типу комплексів і для їх сукупності в цілому в кожному разі.

Ключові слова: медико-біологічні сигнали, розпізнавальні процедури, комбіноване навчання діагностичних систем.

УДК 501.508: 551.510

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ АЭРОЗОЛЕЙ

Кугейко М. М., Навроцкий Е.О.

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь;

E-mail: kugeiko@bsu.by

Хорошо известно, что вклады частиц разных размеров в суммарную интенсивность рассеянного ими света различаются в зависимости от угла рассеяния θ . Крупные частицы определяют рассеяние под малыми углами ($\theta \leq 5^\circ$), тогда как в боковом рассеянии ($\theta = 15-45^\circ$) преобладает вклад более мелких частиц. Поэтому, регистрируя свет, рассеянный под разными углами, можно выполнять анализа фракционного состава аэрозоля. Кроме того точность анализа может быть повышена за счет оптимального выбора длины волны света, поскольку наибольшая эффективность рассеяния света соответствует частицам, размер которых близок к длине волны падающего на них оптического излучения.

В связи с вышесказанным для определения концентраций аэрозольных фракций предлагается использовать следующую схему измерений [1]. В измерительный объем последовательно посылается излучение с длинами волн $\lambda_1 \leq 0,55$ мкм и $\lambda_2 \geq 1,0$ мкм, информативными относительно мелкодисперсных и грубодисперсных аэрозольных фракций соответственно. Рассеянный свет улавливается фотоэлементами, установленными под углами $\theta_1 \leq 5^\circ$ и $15^\circ \leq \theta_2 \leq 45^\circ$ к падающему лучу. По детектируемым сигналам определяются коэффициенты аэрозольного светорассеяния $\beta(\lambda_i, \theta_j)$, где $i = 1, 2$ и $j = 1, 2$. Массовые концентрации PM_1 , $PM_{2.5}$, PM_{10} и $PM_{>10}$ рассчитываются путем решения обратной задачи по интерпретации коэффициентов $\beta(\lambda_i, \theta_j)$.

Для одновременного определения концентраций мелкодисперсных и грубодисперсных частиц аэрозоля, необходимо проводить измерения

аерозольного светорассеяния под углами $\theta_1 = 5^\circ$ и $\theta_2 = 15^\circ$ на длинах волн $\lambda_1 = 0,355$ мкм и $\lambda_2 = 2,14$ мкм, поскольку коэффициенты $\beta(\lambda_1, \theta_2)$ и $\beta(\lambda_2, \theta_1)$ практически однозначно связаны с концентрациями PM_1 и $PM_{>10}$ [1].

Предлагаемый способ является устойчивым к вариациям микроструктуры и комплексного показателя преломления аэрозоля, повышает точность и расширяет функциональные возможности известных способов за счет возможности определения массовой концентрации аэрозоля с разделением на фракции PM_1 , $PM_{2.5}$, PM_{10} и $PM_{>10}$. Способ удовлетворяет современным потребностям санитарно-гигиенических и эпидемиологических служб, а массовое производство датчиков, реализующих данный способ, в перспективе позволит построить автоматизированную сеть непрерывного мониторинга загрязнений городского воздуха.

Ключевые слова: концентрация газов, коэффициенты поглощения, регрессионные соотношения.

Література:

- [1] С.А. Лысенко, М.М. Кугейко. “Способ определения массовых концентраций аэрозолей”. Евразийский патент № 026528.

УДК 615.84

АДАПТИВНІ СИСТЕМИ ТА АПАРАТИ ФІЗИОТЕРАПІЇ

¹⁾ Терещенко М.Ф., ²⁾ Чухраєв М.В., ¹⁾ Терещенко К.М.

¹⁾ Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

²⁾ ТОВ «Науково-методичний центр «Медінтех» Київ, Україна

E-mail: agfarkpi@i.ua

Основні напрямки та тенденції в розвитку фізіотерапевтичної техніки зв'язані, як з інтелектуалізацією, глобалізацією, створенням гнучких автоматизованих лікувально-діагностичних комплексів з адаптивним налаштуванням до конкретного біологічного середовища (БС), так і з створенням зручних, легких в користуванні, недорогих адаптивних систем та апаратів фізіотерапії (АСАФ) з окремими сигналами, полями та режимами фізіотерапевтичної та косметологічної дії [1].

Підтвердженням цих напрямки є випуск простих АСАФ, спеціалізованих на окремому виді фізіотерапії чи косметологічній процедури. Ці системи та апарати мають можливість об'єднуватися в адаптивний комплекс (АК) з високою ступенню інтелектуалізації. Повний алгоритм роботи АК забезпечує, як комплексну оцінку фактичного стану пацієнта, так і виконання системи програмних лікувальних процедур [2].

В адаптивний комплекс із АСАФ використовує повний спектр впливу механічних, акустичних коливань та дію фізичних факторів на клітини БС, а їх інтегральним параметром оцінки фізичного стану пацієнта є градієнти

температура $T(t)$ локальної зони дії, так і характер коливань температури всього організму в цілому, зміни показників артеріального тиску крові та їх динаміка, градієнти коливань пульсу, показники електрокардіограми та точний дозований контроль вихідних параметрів впливу всіх факторів.

Цей приладний парк АСАФ використовується, і косметологічними салонами, кабінетами краси та слугують в якості домашніх апаратів профілактики захворювань. Адаптивний комплекс АСАФ характеризується суттєво розширеною первинною діагностикою фактичного стану людини в біологічній зоні дії. та всього організму в цілому, можливістю вибору режимів інтегральної дії акусто-механічних сигналів та параметрів фізичних полів (ПФП), а ступінь ефективності впливу фізіопроцедури оцінюється по локальним параметрам відклику біологічної тканини на дозовану дію акусто-механічних коливань та ПФП. Біофізичну моделі БС при дії дозованих сигналів та полів і її відклик можна виразити через параметр інтегральний $W(t)$, що включає в себе $W(t) = F\{f\langle I, h, p, v, dp, A \rangle, T, \Delta T(t), f\langle B, f \rangle, t, G, dx, dy, dz\}$. $W(t)$ враховує дії магнітної індукції $B(t, f)$, ультразвуку $I(t)$ та його амплітуду A , тиску p та його градієнту dp , часу дії t , градієнтів температури $\Delta T(t)$. форми сигналів $G\{B(t), I(t), \}$ частоти f , координат dx, dy, dz , в часі t .

Ключові слова: адаптивні системи, апарати фізіотерапії.

Література

- [1] М. Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик, М. В. Чухраєв, А. Ю. Кравченко. *Ультразвукові фізіотерапевтичні апарати та пристрої*. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25501>.
- [2] М.Ф. Терещенко, М.В. Чухраєв, І.Є. Тарасюк, К.М. Терещенко, “Модульні адаптивні фізіотерапевтичні апарати”, на XVII Міжнародній науково-технічній конференції “Приладобудування: стан і перспективи”, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2018, с.120-121.

УДК 621.317.421.3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНІТНОЇ ІНДУКЦІЇ НА ІНДУКТОРАХ АПАРАТУ «МИТ-11Т»

¹⁾Рудик В.Ю., ²⁾Терещенко М.Ф., ²⁾Рудик Т.О.

¹⁾Інститут фізики та біофізики НАН України, Київ, Україна.

²⁾Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна,

E-mail: ru58@ukr.net, agfarkpi@i.ua

Реформа системи реабілітації, яка проходить в даний час в Україні, підвищує актуальність методів фізіотерапії. Фізіотерапія відіграє важливу роль в реабілітації пацієнтів як на стаціонарному, так і на амбулаторному етапі, є високоефективним та економічно значущим методом лікування. Останнім часом в фізіотерапії широко застосовують апарати, в роботі яких

використовується принцип біологічного зворотного зв'язку (ЗЗ) [1]. Вплив апаратів з біологічним ЗЗ відрізняється більшою фізіологічністю та ефективністю, ніж загальноприйняті методики, і при меншому навантаженні не викликає загострень. Нами, спільно з НМЦ «Медичні інноваційні технології», розроблено експериментальний зразок апарату для фізіотерапії комбінованого «МИТ-11Т» з температурним датчиком, що забезпечує в площині індуктор – біологічна тканина контроль температури з точністю 0,1 °С, та реле, яке припиняє роботу магнітних індукторів апарату при досягненні критично допустимого значення температури ділянки біологічної тканини пацієнта під час сеансу фізіотерапії в робочому діапазоні температур 0 - 42°С [2].

Для перевірки працездатності апарату фізіотерапії «МИТ-11Т» зі ЗЗ нами проведені дослідження фактичних значень магнітної індукції (МІ) змінного магнітного поля червоного та інфрачервоного індукторів (магнітна та магнітолазерна сторони) за допомогою тесламетра Ф4356 на частотах 25 Гц, 50 Гц, 75 Гц, 99 Гц для всіх режимів роботи апарату «МИТ-11Т» (6 мТл, 12 мТл, 15 мТл, 18 мТл). Отримані результати порівнювались з реальною величиною МІ серійного апарату «МИТ-11» та показали, що суттєвого зменшення значення МІ після оснащення апарату «МИТ-11» ЗЗ не спостерігається, що доводить працездатність апарату фізіотерапії «МИТ-11Т» та можливість використання його в клінічній практиці.

Основні закономірності проведених експериментальних досліджень на апараті «МИТ-11Т», оснащеним ЗЗ: МІ зменшується зі збільшенням відстані від центру індуктора і частоти магнітного поля; чим більше встановлений на апараті режим роботи, тим більше фактичне значення МІ на індукторі.

Ключові слова: апарат фізіотерапії, індуктор, температура, магнітна індукція.

Література

- [1] Г. С. Тимчик, М. Ф. Терещенко, В. Ю. Рудик, “Система температурного контролю в магнітотерапії”, *Наукові вісті НТУУ “КПІ”* №1, с. 111–116, 2013.
- [2] В. Ю. Рудик, М. Ф. Терещенко, Т.О. Рудик, “Спосіб адаптивної магнітотерапії”, *Вісник НТУУ “КПІ». Серія приладобудування* №51(1) , с. 139-144, 2016.

УДК 615.847.8

КОМПЛЕКС ФІЗИОТЕРАПІЇ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ З БІОЛОГІЧНИМ ЗВОТНИМ ЗВ’ЯЗКОМ

*Делавар-Касмаї М., Зубчук В.І., Кондратенко Н.О., Панчук О.С., Сірохман О.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна
E-mail: grany@meta.ua*

Вміст глюкози у крові людини є важливим показником функціонального стану і є визначальним при діагностиці захворювань на цукровий діабет. Цукровий діабет першого типу зазвичай лікується за допомогою щоденних

ін'єкцій інсуліну. Така терапія призводить до певних ускладнень здоров'я та самопочуття і є незручною для пацієнта. Тому представляється перспективним використання неінвазивної терапії за допомогою електромагнітного випромінювання низьких частот [1]. При використанні терапевтичного електромагнітного поля необхідно контролювати рівень цукру у крові. Поточний контроль рівня цукру у крові повинен забезпечити оптимізацію лікувальних процедур і запобігти або знизити ризик розвитку довгострокових ускладнень. Тому вдосконалення засобів контролю рівня цукру у крові є актуальною задачею. Серед засобів контролю рівня цукру важливе місце займають неінвазивні глюкометри, які забезпечують отримання показників без забору крові пацієнта. Такі прилади дозволяють уникнути інфекцій, що передаються через кров, та спростити процес вимірювання при щоденному контролі рівня цукру в крові. Особливий інтерес для користувачів представляють засоби посереднього вимірювання вмісту цукру на засадах аналізу різних метаболічних показників людини. Один з перспективних методів вимірювання концентрації глюкози у крові базується на аналізі фонограм обстежуваних.

Використання різних частот і форм електромагнітного випромінювання дозволяє підібрати оптимальні параметри дії поля, індивідуальні для кожного пацієнта. На рис.1 наведена структура системи фізіотерапії з використанням електромагнітного випромінювання.

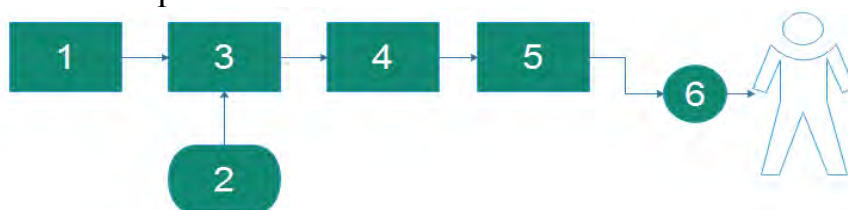


Рис.1. 1- панель керування, 2 – блок живлення, 3 – мікропроцесор, 4-цифро-аналоговий перетворювач, 5 – підсилювач, 6 – випромінювачі

Підібравши параметри, які дозволяють інтенсивно, помірно і повільно знижати цукор, лікар чи пацієнт вводить їх у програму. Після проведення моніторингу і підбору параметрів електромагнітних імпульсів для різних режимів терапії, проведення нового підбору параметрів захищається паролем. Після чого достатньо лише вибрати один із режимів впливу. А випадкова зміна частоти чи форми сигналів у фіксованому режимі стає неможливою.

Поєднання у єдиному комплексі засобів оперативного неінвазивного контролю вмісту глюкози у крові пацієнта із засобами фізіотерапевтичного впливу на пацієнта дозволяє оптимізувати процес лікування.

Ключові слова: глюкоза, цукровий діабет, фізіотерапія, електромагнітне поле.

Література

- [1] Therapeutic use of electric and magnetic fields, electromagnetic radiation [Electronic resource] - Mode of access: <http://kaf-fis-reab.dsmu.edu.ua/wp-content/uploads/2015/02/%D0%A72%D0%A03.pdf>

УДК 535.2:616-71

ОЦІНКА ВІДТВОРЮВАНОСТІ ЗНАЧЕНЬ ФАКТОРУ АНІЗОТРОПІЇ МОДЕЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Віриченко А.О., Безугла Н.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інституту імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

angelika.viruch@gmail.com

В основу будь-якого експерименту закладена певна математична модель, яка для оптичних методів дослідження біологічних тканин (БТ) полягає в моделюванні процесу поширення випромінювання після взаємодії з ними. Важливу інформацію при цьому можна отримати з аналізу просторового розсіяння [1], що може залежати як від структурного складу БТ, так і від умов проведеного експерименту [2], та описується фактором анізотропії розсіяння g . Метою даною роботи є оцінка адекватності відтворення значення фактору анізотропії, отриманого за результатами модельного експерименту.

Проведення оцінки на прикладі зразків грудних м'язів курки та свині з відповідними вхідними оптичними параметрами [3] поділялось на два етапи. Перший етап полягав в отриманні модельного значення фактору анізотропії g' . При цьому задані значення g змінювались із відповідним кроком. Процес моделювання складався з 117 симуляцій при запуску 21.5 млн фотонів. За отриманими результатами побудовано індикатриси просторового розсіяння та розраховано модельне значення фактору анізотропії g' . На другому етапі було побудовано залежності отриманого значення фактору анізотропії від заданого, а також проведено їх аналіз, що показав пропорційну залежність отриманих значень g' від заданих g для м'язових тканин курки, та обернену залежність для м'язових тканин свині. Можна також відмітити, що має місце залежність фактору анізотропії g' і від товщини зразку. Так, для більш тонких зразків, розраховане значення досягає максимуму.

Отримані результати свідчать про наявність похибки у моделі, що закладена в роботу програмного середовища. Тому, для подальшого її використання, необхідно уточнити параметри моделі або додати певні коефіцієнти які будуть враховувати товщину зразку та його особливості.

Ключові слова: біологічна тканина, моделювання світлорозсіяння

Література

1. Н.В. Безугла, М.О. Безуглий, Ю.В. Чмир, “Просторова потокова біометрія середовищ еліпсоїдальними рефлекторами”, *Електроніка і зв'язок* №6 (83), с. 87 – 93, 2014.
2. N. V. Bezuglaya, M. A. Bezuglyi, G. S. Tymchik, “Features of anisotropy of light scattering on fibrous biological tissues”, *Bulletin of NTUU “KPI”. Series instrument making* 50 (1), pp.169-175, 2015.
3. Н.В. Безугла, М.О. Безуглий, Г.С. Тимчик, В.А. Шаргородський, “Просторова фотометрія біологічних середовищ”, *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології* №2 (30), с. 40-49, 2016.

УДК 615.849.19: 577.15

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В СОЧЕТАНИИ С ВВЕДЕНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ ДЛЯ НОРМАЛИЗАЦИИ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ САХАРНОМ ДИАБЕТЕ

*Орёл Н. М., Лисенкова А. М., Железнякова Т. А.
Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь;
E-mail: lisenkova@bsu.by*

На протяжении последних лет нами разрабатываются инновационные методики и аппаратура увеличения биодоступности и эффективности растительных лекарственных препаратов (Р.Л.П.) для нормализации нарушений метаболизма, иницируемых развитием экспериментальных патологий, путем сочетания введения (Р.Л.П.) с действием низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) на область биологически активных точек (БАТ) [1, 2].

Настоящее исследование посвящено разработке технологии воздействия НИЛИ красного диапазона на БАТ в сочетании с одновременным лазерофоретическим введением масла семян расторопши пятнистой (Р.п.), а также сочетания облучения НИЛИ с внутрижелудочным поступлением в течение семи дней водных сахароснижающих экстрактов цмина песчаного (Ц.п.) и девясила высокого (Д.в.) для ослабления дискоординации изменений активности маркерных ферментов в печени и сыворотке крови крыс с экспериментальным инсулинзависимым сахарным диабетом, смоделированным однократным введением аллоксана тетрагидрата 150 мг/кг. Развитие сахарного диабета подтверждено определением концентрации глюкозы и показателей липидного профиля в сыворотке крови.

Установлено, что действие НИЛИ в сочетании с введением Д.в. и Р.п. в большей степени, чем в сочетании с Ц.п., и в меньшей степени, чем введение данных экстрактов без облучения БАТ, ослабляет сдвиги активности лактатдегидрогеназы, аланин- и аспаргатаминотрансфераз в печени и сыворотке крови, а также ферментов антиоксидантного профиля в печени животных с аллоксановым диабетом. Лазерное воздействие на БАТ в комплексе с поступлением исследованных препаратов оказывает регулирующий эффект на активность маркерных ферментов метаболизма и антиоксидантной системы у животных с аллоксановым диабетом.

Результаты исследований могут быть использованы в клинической практике для разработки технологии регуляции процессов обмена веществ и совершенствования способов биохимического контроля при нарушении выработки инсулина поджелудочной железой, как методом активации БАТ с помощью НИЛИ красного диапазона длин волн, так и в сочетании с биологически активными веществами естественного происхождения.

Ключевые слова: лазерное излучение, биологически активные точки, растительные экстракты, аллоксановый диабет, активность ферментов.

Литература

- [1] Н. М. Орёл, А. М. Лисенкова, Т. А. Железнякова, И. А. Кобақ, *Вестник БГУ. Сер. 1, № 2*, с. 33-39, 2014.
- [2] Н. М. Орёл, А. М. Лисенкова, А. А. Абметко, Т. А. Железнякова, *Доклады БГУИР, № 7 (101)*, с. 95–99, 2016.

УДК 615.849.19

ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОВИПРОМІНЮЮЧИХ ДІОДІВ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЇ ТЕРАПІЇ

Цокота М.В.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна
michael.tsokota@gmail.com*

Одним з якісних терапевтичних методів в медицині є лазерна терапія, для якої виникла потреба виокремлення ефективних інструментів випромінювання.

Результати численних досліджень, вивчення закономірностей біостимулюючої дії низькоінтенсивного лазерного випромінювання, лягли в основу методу, широко використовується в медицині. З часом з'явилася проблема чи доцільно в лазерній терапії використовувати не лазерні джерела випромінювання? Тому питання існує і стає з кожним днем все більш актуальнішим для висвітлення.

Основна відмінність лазерного світла - монохроматичність, в спектрі лише одна довжина хвилі, саме це визначає і пояснює його безпрецедентно високу ефективність, недосягну для інших джерел світла, таких як світловипромінюючі діоди.

Лазерний світло не тільки монохроматичне, але задавати і контролювати його енергію, розподіляти по поверхні і доставляти в потрібне місце без втрат набагато простіше, ніж робити це в разі звичайної лампи з фільтром.

Параметри просторової когерентності, лазерних коефіцієнтів мають точніший розрахунок значень розсіювання та просторового розподілу, при впливі монохроматичним випромінюванням поверхневих ділянок шкіри [2].

Сучасні технічні засоби варіювання шириною спектральної лінії з контролем точного значення цього показника - дозволяють успішно проводити експериментальні роботи в даному напрямку. Найчастіше порівнюють біологічну дію лазерних діодів з тепловими або газорозрядними джерелами світла (лампами). Вирізняють відносно вузьку спектральну лінію шириною до 8-14 нм з максимумом на довжині хвилі лазера, який бере участь в порівнянні.

Таким чином, нелазерні джерела світла (світло випромінюючі діоди, лампи з фільтрами та поляризаторами тощо) із-за їх мінімальної ефективності

категорично не можна застосовувати в лазерної терапії. Очевидно, що світло випромінюючі діоди мають свою нішу в широкій області світлолікування, наприклад, вони досить успішно використовуються в фотодинамічної терапії, а ультрафіолетові світло діоди надають високу бактерицидну дію, проте очікувати від них клінічних ефектів, аналогічних тим, що отримані саме в лазерної терапії з використанням лазерного світла, не слід. І тільки лазери дозволяються щоб проводити лазерну терапію.

Ключові слова: лазерна терапія, світлолікування.

Література:

- [1] М.В. Цокота, Г.С. Тимчик, «Методи неінвазивної діагностики в дерматології», на XIV Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні», КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2018, с. 314-317. [Електронний ресурс: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/26363>]
- [2] Н.В. Безугла, М.О. Безуглий, Г.С. Тимчик, К.П. Вонсевич, «Вплив осьової анізотропії розсіяння біологічних середовищ на точність визначення оптичних коефіцієнтів методом Монте-Карло», *Наукові вісті НТУУ “КПІ”*, №1 (99), с.85 –91, 2015.

УДК 620.171.3:616.71-001.5-089.227.84

УСТАНОВКА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПРОСТОРОВИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ В СИСТЕМАХ ОСТЕОСИНТЕЗУ ПРИ СКЛАДНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

*Шидловський М. С., Заховайко О. П., Димань М. М., Мусієнко О. С., Одудько Д. Г.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна
E-mail: n_shidlovsky@ukr.net, zakhov1911@gmail.com, hateandhope@mail.ru,
olga.musinko@gmail.com, odudko.dima@gmail.com*

Для експериментального вивчення просторових переміщень точок перелому і взаємних кутів повороту в переломах кісток, з'єднаних різними засобами фіксації, розроблена і створена установка, що дозволяє відтворювати одночасну дію на кістку стискаючих, згинальних і ротаційних навантажень. У процесі навантаження передбачено цифрове фотографування області перелому для подальшого визначення переміщень (взаємних зміщень) точок протилежних частин перелому [1, 2].

Експериментальний пристрій включає такі основні вузли: система закріплення кістки з модельованим переломом та засобом фіксації; вузол для навантаження кістки при стисканні; вузол для навантаження кістки шляхом згинання; вузол для прикладання до кістки ротаційного навантаження; важільна система для прикладання циклічного навантаження. Для циклічних навантажень використано універсальну випробувальну машину TIRA-test.

Можливості пристрою: прикладення компресійних навантажень в діапазоні від 10 до 800 Н; прикладення згинальних навантажень в діапазоні від 10 до 200 Н; прикладення ротаційних моментів сил в діапазоні від 2 до 20 Н·м;

прикладення циклічних навантажень у зазначених діапазонах з періодичністю 1-5 с; визначення лінійних зміщень частин переломів у різних напрямках у процесі навантаження з точністю до ± 0.02 мм; визначення кутів повороту частин переломів у різних площинах з точністю до ± 0.1 градуса; визначення незворотних зміщень частин переломів під дією статичних та циклічних навантажень.

Установка надає можливість визначати рівень переміщень в переломах кісток, фіксованих різними способами, та порівнювати надійність засобів остеосинтезу різних конструкцій. При цьому є можливість визначати вклад кожної компоненти навантажень в загальний рівень переміщень та кута повороту частин переломів і за рахунок цього визначати небезпечні напрями навантажень та їх допустимі рівні.

Ключові слова: переломи кісток, остеосинтез, вимірювання переміщень, складне навантаження

Література

1. За ред. М.С. Шидловського, А.М. Лакши, *Експериментальні дослідження засобів остеосинтезу*. Київ, Україна, Ленвіт, 2017.
2. М.С. Шидловський, Ю.М. Літун, О.П. Заховайко, Є.Є. Онищенко, М.М. Димань. Спосіб вимірювання просторових переміщень уламків кісток людини в експерименті № 128638, вересень, 25, 2018.

УДК 535.2:535.36:53.043

МЕТОДИКА КОНТРОЛЮ СТУПЕНЮ ПРОСВІТЛЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН ФОТОМЕТРОМ З ЕЛІПСОЇДАЛЬНИМИ РЕФЛЕКТОРАМИ

Нагорний А.І., Безуглий М.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: m.bezuglyi@kpi.ua

Узгодження оптичних властивостей шарів біологічних тканин (БТ) шляхом оптичного просвітлення за допомогою спеціальних хімічних агентів дозволяє суттєво підвищити ефективність доставки оптичного випромінювання. При цьому суттєвою залишається проблема контролю якості просвітлення [1]. Одним з новітніх методів, що може бути використаний для забезпечення високоточного контролю рівня просвітлення БТ є фотометрія еліпсоїдальними рефлекторами (ЕР), що і на рівні елементної апробації [2], і на рівні створення прототипів приладів [3] показала прийнятні результати.

У роботі розглянуті особливості реалізації методики контролю для умов проведення експерименту *ex-vivo* та *in-vivo*. *Ex-vivo* дослідження ступеню оптичного просвітлення передбачають аналіз насичених просвітлюючим агентом зразків БТ та визначення коефіцієнтів дифузного відбиття, повного та колімованого пропускання. Далі за допомогою інверсного методу Монте-Карло

визначають кінематику зміни оптичних властивостей БТ, зокрема коефіцієнтів поглинання μ_a та розсіяння μ_s , а також фактору анізотропії розсіяння g . При дослідженні *in-vivo* досліджується динаміка зміни оптичних властивостей БТ від часу присутності в ній хімічного агента. У такому випадку важливим є контроль ступеню просвітлення для різних режимів оптичної біомедичної діагностики (статичної або сканування) на підставі аналізу дифузно відбитої (розсіяної назад) компоненти.

Для обох зазначених типів реального експерименту було проведено експеримент *in silico* шляхом симуляції поширення оптичного випромінювання в БТ, що зазнала впливу хімічного агента, та одночасній реєстрації за допомогою віртуального фотометру з ЕР. Отримані результати показали можливість і доцільність визначення ступеню просвітлення БТ на підставі аналізу освітленості різних зон фотометричних зображень при фотометрії ЕР.

Ключові слова: оптичне просвітлення, еліпсоїдальний рефлектор.

Література:

- [1] А.Ю. Сдобнов, Ю.Ю. Ладенманнз, М.Е. Дарвинз, В.В. Тучин, “Методы молекулярной оптической визуализации в дерматологии при оптическом просветлении”, *Успехи биологической химии* т. 59, 2019, с. 295–322.
- [2] М.О. Безуглий, Лінючева О.В., Безугла Н.В., Бик М.В., Костюк С.А. “Контроль форми еліпсоїдальних рефлекторів біомедичних фотометрів”, *Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування* №1 (53), 2017, с.62-69.
- [3] M. Bezuglyi, N. Bezuglaya, O. Kuprii and I. Yakovenko, "The non-invasive optical glucometer prototype with ellipsoidal reflectors," *2018 IEEE 59th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON)*, Riga, Latvia, 2018, pp. 1-4. doi: 10.1109/RTUCON.2018.8659864.

УДК 612. 46-612.015.2

РАННЄ ВИЯВЛЕННЯ ЗАХВОРЮВАНЬ НИРОК МЕТОДОМ ДИСТАНЦІЙНОЇ ІНФРАЧЕРВОНОЇ ТЕРМОГРАФІЇ

¹⁾ Дунаєвський В.І., ¹⁾ Маслов В.П., ²⁾ Тимофеев В.І., ²⁾ Назарчук С.С., ²⁾ Котовський В.Й.

¹⁾ Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, Київ, Україна

²⁾ Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

E-mail: kotovsk@kpi.ua

Проблема профілактики, своєчасного та неінвазивного діагностування захворювань сечовидільної системи залишається однією із актуальних та складних в сучасній урології.

Серед сучасних інструментальних методів дослідження, які використовуються з метою діагностики, а також для динамічного спостереження за хворими із урологічною патологією, саме на амбулаторному етапі обстеження перевагу надають неінвазивним скринуючим методам, для застосування яких не вимагається спеціальна підготовка пацієнта [1].

До таких методів відноситься метод дистанційної інфрачервоної термографії (ДІТ), який базується на реєстрації та подальшій обробці теплового випромінювання органів і тканин біологічного об’єкта (БО) в інфрачервоному діапазоні спектру [2-7]. Сучасні тепловізійні прилади забезпечують достовірність результату діагнозу на рівні не менше (95-96)%.

Характерною термографічною ознакою відсутності урологічної патології є симетричність термографічного зображення з градієнтом температури, який не перевищує $0,5^{\circ}\text{C}$ порівнюваних симетричних зон досліджуваних поверхонь, що відповідає значенням фізіологічної термографічної норми [8].

Нерідко інфекційні та гострі респіраторно-вірусні інфекції (ГРВІ) призводять до виникнення урологічних ускладнень. ДІТ як абсолютно безпечний метод променевої діагностики з високою точністю обстеження та можливістю багаторазового застосування дозволяє вчасно виявити можливі ускладнення й проводити термомоніторинг хворих з метою оцінки ефективності призначеної консервативної терапії. В якості прикладу представлена термограма пацієнта з виявленою урологічною патологією як наслідок ускладнення після ГРВІ.

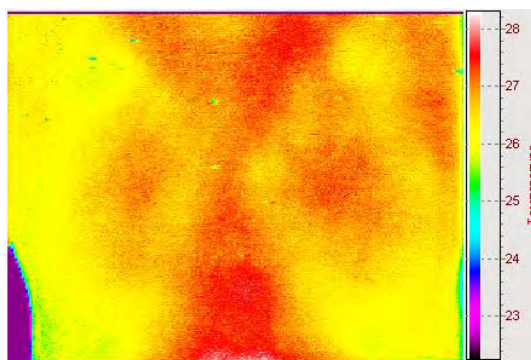


Рис. 1. Термограма пацієнта з гіпертермією в області правої та лівої нирки з градієнтами температури відповідно $+0,88^{\circ}\text{C}$ та $+0,42^{\circ}\text{C}$

Застосування методу дистанційної інфрачервоної термографії в урології значно розширює та доповнює комплексну діагностичну базу у ранньому виявленні патології сечовидільної системи. Оперативно та без значного променевого навантаження на пацієнта інфрачервона діагностика дозволяє здійснювати динамічне спостереження за перебігом захворювання, виявляти можливі ускладнення та своєчасно вносити корективи в призначене лікування.

Ключові слова: термографія, нирки, градієнт температури.

Література

1. *Справочник врача общей практики в 2-х томах.* (Под редакцией Палеева Н.Р.), ЭКСМО, 2002.
2. Л.Г. Розенфельд, А.В. Самохин, Е.Ф. Венгер, Т.В. Лобода, Н.Н. Колотилов, А.Г. Коллюх, В.И. Дунаевский. “Дистанционная инфракрасная термография как современный неинвазивный метод диагностики заболеваний”, *Український медичний часопис* №6(68), с.1-6, 2008.

3. Е.Ф. Венгер, В.И., Дунаевский, В.И. Котовский, С.С Назарчук, Е.А. Соловьев “Современная термографическая диагностика в выявлении заболеваний биологических объектов”, на *Міжнародній науково-технічній конференції “Приладобудування 2012: стан і перспективи”*, Київ, 2012, с. 184.
4. N. A. Diakides, J. D. Bronzino, *Medical Infrared imaging*, CRC Press Taylor Group LLC, London, New. York, 2006.
5. E.F.J Ring, K.Ammer, “The technique of infrared imaging in medicine”, *Thermology International* №10(1), pp.7-14, 2000.
6. J.V. Park, S.H. Kim Lim D.J. et al. “The role of thermography in clinical practice: review of the literature”, *Thermology International* №13, pp.77-78, 2003.
7. Ю.П. Дехтярев, В.И. Ничипорук, С.А. Мироненко, И.С. Ковальчук, Е.Ф. Венгер, В.И. Дунаевский, В.И Котовский, “Место и роль дистанционной инфракрасной термографии среди современных диагностических методов”, *Электроника и связь. Тематический выпуск «Электроника и нанотехнологии». Биомедицинские приборы и системы* №2, с.192-196, 2010.
8. С.Б. Шаламеев, “Применение компьютерной дистанционной термографии в урологи”, авт.реф.дисс. Москва, 1997.

UDC 621: 615.849.19

COMPLEX OF DIAGNOSTICS AND RECOVERY OF THE HUMAN'S FUNCTIONAL STATE AT INCREASED PHYSICAL LOAD

Tatiana Klotchko, Taras Polishchuk, Makar Makarov

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

E-mail: t.klochko@kpi.ua , taraspolishchuk97@ukr.net

A rather serious problem that arises when controlling a human's functional state, for example, during sports trainings and competitions, hard physical work, military operations, is the monitoring of physiological indicators of organism.

A special indicator of the functional state of a person is the amount of glucose in the blood, since it is the normal glucose content that ensures the functioning of all organs and tissues of a living organism [1, 2]. Glucose content of such hormones, as glucagon, adrenaline, glucocorticoids etc. are increases. At the same time, physical activity affects the amount of glucose in such a way that, with an unstable state of organism, the risk of hypoglycemia increases [3], which is undesirable for a person, who is in a state of active action. Therefore, the development and improvement of complex equipment for monitoring a set of indicators is the actual tasks of medical instrument making.

The authors propose the principle of action for the complex, which diagnosing physiological parameters of organism, and also recovery of organism after physical load and regulation its functional parameters.

The peculiarity of the proposed principle of organism's recovery is that it uses the action of complex laser radiation by laser shower, which acts on the skin surface and contributes to an increase in blood filling of the vessels [4, 5]. At the same time, the

organism is massaged with a water jet. Thus, it is possible to regulate the human's physiological state at the overload period.

Keywords: complex equipment, laser shower, monitoring, human's functional state, diagnostics, recovery.

References

- [1] Jason J. Burmeister and Mark A. Arnold, “Evaluation of Measurement Sites for Noninvasive Blood Glucose Sensing with Near-Infrared Transmission Spectroscopy”, *Clinical Chemistry*, 45:9, pp. 1621–1627, 1999.
- [2] I. Barman, C.-R. Kong, G.P. Singh, R.R. Dasari, M.S. Feld, “Accurate Spectroscopic Calibration for Noninvasive Glucose Monitoring by Modeling the Physiological Glucose Dynamics”, *Analytical Chemistry*, Vol. 82 (14), pp. 6104-6114, 2010.
- [3] К.В. Башкурова, “Влияние различных физических упражнений на уровень сахара в крови при сахарном диабете 1 типа”, *Научное сообщество студ. XXI ст. Гуманитарные науки: сб. ст. по мат. VI межд. студ. науч.-практ. конф. № 6*. 2012. Режим доступа: URL: sibac.info/archive/humanities/6.pdf.
- [4] T.R. Klotchko, “Interaction of low-intensity electromagnetic fields of light range with biological objects”, *20th International Crimean Conference" Microwave & Telecommunication Technology", IEEE, 2010/9/13*, p.1167-1168, 2010.
- [5] А.Х.М. Дагжерді, Т.Р. Клочко, В.І. Скицюк, С.І. Голопура, “Стимуляція регенерації біологічних структур випромінюванням фізіотерапевтичних приладів серії «ПРОМІНЬ»”, *Фотобіологія та фотомедицина*, № 3(4), pp. 102-105, 2010.

UDC 621.3

DETERMINATION OF THE MICROHARDNESS PARAMETER OF METAL PARTS OF MEDICAL PRODUCTS

Volodymyr Skytsiouk, Tatiana Klotchko, Myhailo Bulyk

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

E-mail: t.klochko@kpi.ua

The actual problem when creating medical instruments, as well as artificial implants from metals is the testing of the microhardness of these objects. Therefore, analytical modeling of parameters that determine the properties of materials is necessary for the development of measurement equipment.

The physical and mathematical models of determination of the integral characteristic of microhardness of the material of a component made on a turning CNC machine are offered. The basic principles of creating analytical models take into account the peculiarities of the interaction of the indenters of the measuring head with the surface of the workpiece, when the head moves along the surface [1, 2].

In physical and mechanical testing of materials, there is a fairly arbitrary distribution of static and dynamic methods for determining the hardness as a physical phenomenon. Consequently, various methods of measuring microhardness, such as Brinell, Vickers, Rockwell, Shore, acoustic, etc. are considered in the process of work, which provides the possibility of analyzing various types of material parts to create new analytical models of the work of the measuring head.

It is based in the analytical models of taking into account the properties of a material of a part whose hardness is measured. Thus, the Maxwell model coincides with the main model of the part for elastic deformations and strain creep from stress. The Voigt model is based on the parallel connection of the elements of the elasticity and viscosity of the material, but does not provide a proper representation of the behavior of structural materials under load, but can be used to describe the processes in the material, internal friction with variable stresses. The Kelvin model is the final model of Maxwell and Voigt.

Based on the modeling of the elastic and viscous properties of the material, a model of surface destruction by the indenter was developed to obtain the hardness parameter of the material, while taking into account the speed of the head of the indenter.

In this case, the analytical models take into account the development of loads and deformations in the mass of the part, which takes place according to the exponential law, which has its spatial-temporal characteristics.

Keywords: microhardness, implants, medical instruments, workpiece, analytical models, measuring head.

References

- [1] Скицюк В.І., Клочко Т.Р., Булик М.О., Печонка М.М., Тимчик Г.С., “Моделювання керованого руху індентора при вимірюванні твердості матеріалу деталі”, *Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування*, Вип. 55(1), pp. 85-92, 2018.
- [2] Скицюк В.І., Клочко Т.Р., “Моделювання мілкодисперсної твердотільної зони присутності технологічного об’єкту різної кривизни поверхні”, *Вісник КПІ. Серія Приладобудування*, 56(2), с. 84-90, 2018.