

**Прилади і системи біомедичних технологій****Выводы**

В ходе проведения исследований и анализа их результатов показано, что систематическая ошибка измерения  $SpO_2$  и частоты пульса с 4-мя датчиками примерно в 4 раза меньше, чем при использовании 1-го датчика за счёт увеличения полезной площади во время измерения.

Направлением дальнейших исследований является проведение расширенного эксперимента в условиях стационара с целью повышения точности.

**Литература**

1. Каков С.В., Мулер В.П. Пульсоксиметрия // Вестник новых медицинских технологий. – 2006. – Т. 13, № 1. – С.171-172.
2. Пиковский В.Ю., Захарова А.Е., Мельникова Л.А., Сильвестром В.Д. Применение пульсоксиметрии на догоспитальном этапе оказания медицинской помощи // Вестник интенсивной терапии. – 2003. №1. – С.17-18.
3. Пульсоксиметрия [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www.oximetry.ru](http://www.oximetry.ru).
4. Современные методы пульсоксиметрии [Электронный ресурс] / С. Гусева // Медтехника и медизделия. – 2006. №6(35). Режим доступа: [http://www.farospplus.ru/index.htm?/mtmi/mt\\_35/pulsoksimetr.htm](http://www.farospplus.ru/index.htm?/mtmi/mt_35/pulsoksimetr.htm).
5. Пульсоксиметрия // Медицинская сестра. – 2006. № 3. – С. 24-25.
6. Метод пульсоксиметрии, пульсоксиметрические датчики и аксессуары [Электронный ресурс]: раздел «Статьи» – Режим доступа: [http://www.sensitec.ru/press/articles/stati\\_po\\_monitoringu/metod\\_pulsoksimetrii\\_pulsoksimetricheskie\\_datchiki\\_i\\_aksessuary/](http://www.sensitec.ru/press/articles/stati_po_monitoringu/metod_pulsoksimetrii_pulsoksimetricheskie_datchiki_i_aksessuary/)
7. Пульсоксиметр «ЮТАСОКСИ-200» / Инструкция по эксплуатации. – К.: ЮТАС, 2008. – С. 3-5.

<p>Тимчик Г.С., Сорока С.О., Самчук В.А., Ларіна В.О. <b>Розробка методу підвищення точності вимірювання оксигенації крові та частоти пульсу</b> В роботі проведений аналіз сучасної пульсоксиметрії, розглянуті можливі похибки приладу та фактори, що впливають на точність вимірювання. Запропонований метод підвищення точності вимірюваних величин.</p>	<p>Tymchik G.S., Soroka S.O., Samchuk V.A., Larina. <b>Method development for improvement of accuracy of blood oxygenation and pulse frequency measuring</b> Analysis of modern pulseoxymetry was done in this paper, possible inaccuracy and factors, influencing on measurement accuracy were considered. The improvement method for accuracy of measurands is offered.</p>
--	---

Надійшла до редакції  
16 березня 2009 року

УДК 621.317

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ  
ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ, ОБРОБЛЕНИХ НАТУРАЛЬНИМИ  
ФАРБНИКАМИ**

<sup>1)</sup>Скрипник Ю.О., <sup>1)</sup>Ваганов О.А., <sup>1)</sup>Супрун Н.П., <sup>1)</sup>Шевченко К.Л., <sup>2)</sup>Яненко О.П.,  
<sup>1)</sup>Київського національного університету технологій та дизайну (КНУТД), м. Київ, Україна;

<sup>2)</sup>*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

*Проведено дослідження електромагнітних властивостей текстильних матеріалів, оброблених натуральними фарбниками на основі лікарських трав. Показано вплив натуральних фарбників на рівень електромагнітного випромінювання. Запропонована формула для оцінки комфортності текстильних матеріалів, оброблених натуральними фарбниками.*

### **Вступ. Постановка задачі**

Все, що виробляється людиною, особливо із застосуванням синтетичних матеріалів, теоретично, в більшій або меншій мірі, представляє небезпеку для неї самої і для природи. Це відноситься і до текстилю, і до багаточисленних виробів з нього.

В рамках глобальної проблеми – безпека людини-споживача, безпека природи (стоки, викиди в атмосферу), безпека на стадії утилізації продукції - в останні десятиліття все жорсткіше постає питання не тільки про якість виробів з текстиля, але також і про їх безпеку [1]. Споживачі, особливо в розвинених країнах Західної Європи і Північної Америки, все більше цікавляться екологічно чистою продукцією, у тому числі і екологічно чистим одягом. Викликано це тим, що значна частина синтетичних фарбників, які повністю витіснили натуральні з текстильного виробництва і художніх промислів, виявилися достатньо токсичними, навіть такими, що викликають алергію. Деякі синтетичні фарбники при експлуатації одягу мігрують крізь шкіру в організм людини, викликаючи шкідливу дію [2,3].

Особливу увагу екологів привертає стадія фарбування текстильних матеріалів. Низка барвників з класу прямих, а також похідні бензидину виявилися канцерогенними, вони заборонені для застосування в цивілізованих країнах. Заборона на ряд фарбників діяла раніше і в СРСР. На жаль, зараз в Україні за безпекою виробів з текстилю практично ніхто не стежить – ні держава, ні Союз захисту прав споживачів. Синтетичні фарбники часто не тільки токсичні для людини, але і важко біологічно розщеплюються, створюючи проблеми з їх утилізацією. На стадії завершальної обробки також застосовуються речовини, які потенційно можуть бути небезпечними для людини. Особливо актуально це для препаратів, що містять формальдегід, які активно використовуються для надання текстилю деяких споживчих властивостей [4].

На міжнародному ринку попит на екологічну продукцію перевищує пропозицію, ціна на неї постійно росте. Крім того, має значення аспект соціальної відповідальності – покупці усвідомлюють, що, купуючи екологічно чисту продукцію, вони роблять внесок у захист навколишнього середовища.

Останнім часом у всьому світі значно збільшився інтерес до натуральних фарбників. Натуральні фарбники екологічно чисті, вони нешкідливі для організму людини, оскільки є складовою частиною природи. Такі фарбники дають набагато більше кольорів і відтінків, які, крім того, можна міняти, змінюючи умови фарбування і вводячи різні протравки. Сировина для нату-

ральних фарбників відновлюється в природі. Селекція, схрещування і генна інженерія дадуть можливість значно збільшити фарбувальну здатність рослин. Багато фарбників отримують з відходів різних галузей промисловості (харчової, деревообробної, фармацевтичної, лісового господарства). Стійкість забарвлення рослинними фарбниками, як правило, достатньо висока. Музейні колекції багатьох країн світу мають килими, гобелени, одяг та інші вироби із забарвленого текстилю, які, незважаючи на стародавній вік, зберегли красу первинних кольорів.

### Основна частина

Безумовно, натуральні фарбники не позбавлені недоліків. Головним з них є недостатня фарбувальна здатність рослин, яка приблизно в 10-25 разів менша, ніж у синтетичних фарбників, а також довший процес фарбування. Забарвлення, які отримують за допомогою рослинних фарбників, не є «постійними», оскільки залежать від місць і умов вирощування рослин, їх зрілості, часу збирання, умов експлуатації, що викликає труднощі стандартизації забарвлень.

Для України виробництво і застосування рослинних фарбників може стати достатньо перспективним. Це обумовлено численними чинниками, і, перш за все, наявністю сировини, великим досвідом, накопиченим попередніми поколіннями в галузі фарбування природними фарбниками, можливостями отримання цих фарбників з промислових відходів, простотою і екологічністю їх виробництва і застосування.

В той же час відсутні об'єктивні методи оцінки якості подібних матеріалів та сумісності їх з тілом людини. Одним з таких методів може бути вимірювання електромагнітного випромінювання або поглинання надзвичайно слабких мікрохвильових сигналів. Такі вимірювання дозволяють провести як оцінку комфортності, так і сумісності текстильних матеріалів для одягу [5, 6]. Проте реалізація електромагнітного методу передбачає наявність високочутливої апаратури для вимірювання потужності сигналів на рівні власного випромінювання людини, що складає  $1 \cdot 10^{-20} - 1 \cdot 10^{-21}$  Вт/(Гц·см<sup>2</sup>) і досягається за допомогою радіометрів мікрохвильового діапазону [7].

Відомо, що фізичні тіла та біологічні об'єкти, маючи температурні градієнти відносно оточуючого них середовища, згідно з законами термодинаміки випромінюють в нього широкий спектр електромагнітних випромінювань, інтенсивність яких  $I_{\omega}$  (Вт/(Гц·см<sup>2</sup>)) визначається за формулою Релея-Джинса

$$I_{\omega} = \frac{2\pi f^2}{C^2} \beta k T = \frac{2\pi}{\lambda^2} \beta k T, \quad (1)$$

де  $f$  – частота коливань,  $k$  – постійна Больцмана;  $T$  – термодинамічна температура тіла;  $C$  – швидкість світла;  $\beta$  – коефіцієнт випромінювальної здатності (сірості) тіла;  $\lambda$  – довжина хвилі.

Міліметровий діапазон довжин хвиль іманентний живим організмам і досить широко використовується, наприклад, у квантовій медицині для корекції

стану здоров'я людини. Тому оцінювання комфортності одягу за допомогою радіометричних методів мм-діапазону вважається нами доцільним та досить перспективним кроком [8, 9, 10].

Проведено експериментальні дослідження на радіометричній системі (РС), інтегральна чутливість якої складає  $1 \cdot 10^{-14}$  Вт/см<sup>2</sup>. Частота експериментальних досліджень становила 52 ГГц.

Схема проведення експериментальних досліджень із використанням мікрохвильової РС представлена на рис 1.

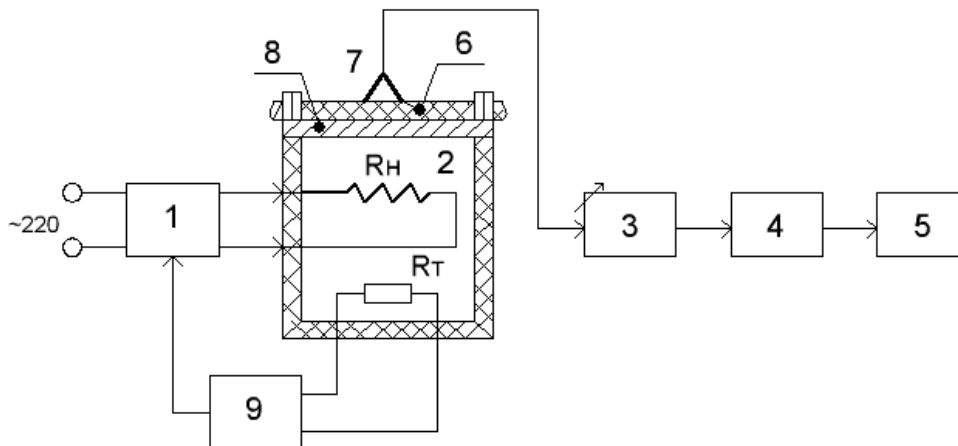


Рис. 1. Схема дослідження мікрохвильової випромінювальної здатності текстильних матеріалів з просочкою лікарськими травами:

- 1 – блок живлення; 2 – термостат; 3 – змінний атенуатор;
- 4 – високочутлива радіометрична система (РС);
- 5 – вимірювальний пристрій;
- 6 – матеріал з просочкою лікарськими травами;
- 7 – контактна антена;
- 8 – пластина термостата 2;
- 9 – регулятор температури;
- R<sub>н</sub> – опір нагрівача; R<sub>т</sub> – опір терморезистора (ММТ).

Для дослідження використано натуральні матеріали – вовна та бавовна. В якості натуральних фарбників обрано розчини лікарських трав: ромашка, звіробій та ромашка і звіробій з протравками.

Процедура проведення експерименту полягала в наступному. Матеріал з просочкою лікарськими травами 6 розміщують на пластину 8 термостата 2. Температуру в термостаті 2 підтримують на рівні 36 °С, що відповідає температурі шкіри людини. Значення температури автоматично регулюють нагрівачем R<sub>н</sub>, терморезистором R<sub>т</sub>, регулятором температури 9 та блоком живлення 1.

Контактну антену 7 встановлюють впритул до матеріалу з просочкою лікарськими травами 6. Прийняте контактною антеною 7 електромагнітне випромінювання (ЕМВ) від досліджуваного матеріалу з просочкою лікарськими травами 6 послаблюється змінним атенюатором 3 і через високочутливу РС 4 потрапляє на вимірювальний пристрій (індикатор) 5. За показами вимірювального пристрою 5 фіксують рівень ЕМВ матеріалів, що були оброблені натуральними фарбниками на основі лікарських трав.

Результати дослідження приведені в табл.1.

Таблиця 1. Рівень ЕМВ матеріалів, що були оброблені натуральними фарбниками

№ п/п	Матеріал	$I_{\omega} \cdot 10^{-20}$ , Вт/(Гц·см <sup>2</sup> )
1	бавовна чиста	3,84
2	бавовна, оброблена ромашкою	4,77
3	бавовна, оброблена ромашкою з протравкою	4,86
4	бавовна, оброблена звіробієм	4,86
5	вовна чиста	4,29
6	вовна, оброблена ромашкою	4,68
7	вовна, оброблена ромашкою з протравкою	4,92
8	вовна, оброблена звіробієм	5,20
9	вовна, оброблена звіробієм з протравкою	5,20
10	шкіра людини	5,20

Як видно з табл.1, просочка бавовняних та вовняних матеріалів натуральними фарбниками на основі лікарських трав збільшує випромінювальну здатність матеріалів, величина якої наближається до рівня власного випромінювання тіла людини.

Із [11] відомо, що наближення до рівня випромінювання тіла людини характеризує сумісність матеріалів для одягу з людським організмом.

Ступінь сумісності (комфортності) текстильних матеріалів, в тому числі і матеріалів, оброблених натуральними фарбниками, можна оцінити за допомогою коефіцієнта комфортності, вираженого у відсотках.

Використовуючи результати експериментальних досліджень, відсотковий коефіцієнт комфортності будемо визначати за формулою

$$\Theta = \left( 1 - \frac{n_{\phi \varepsilon} - x}{n_{d \rightarrow \delta}} \right) \cdot 100, \% \quad (2)$$

де  $n_{\phi \varepsilon}$  – рівень ЕМВ шкіри людини;  $x$  – рівень ЕМВ матеріалів, просочених на-

туральними фарбниками на основі лікарських трав;  $n_{\text{а} \rightarrow \text{в}}$  - рівень ЕМВ абсолютно чорного тіла при  $T = 309 \text{ K}$ ,  $I_{\omega, \text{АЧТ}} = 8 \cdot 10^{-20} \text{ Вт}/(\text{Гц} \cdot \text{см}^2)$ .

Результати оцінки відсоткового коефіцієнта комфортності представлені в табл.2

Таблиця 2. Оцінка відсоткового коефіцієнта комфортності

№ п/п	Матеріал	$\Theta$ , %
1	бавовна чиста	83
2	бавовна, оброблена ромашкою	95
3	бавовна, оброблена ромашкою з протравкою	96
4	бавовна, оброблена звіробієм	96
5	вовна чиста	89
6	вовна, оброблена ромашкою	94
7	вовна, оброблена ромашкою з протравкою	97
8	вовна, оброблена звіробієм	100
9	вовна, оброблена звіробієм з протравкою	100

Як видно з табл.2, просочка бавовняних та вовняних матеріалів натуральними фарбниками на основі лікарських трав призводить до зростання відсоткового коефіцієнта комфортності. При цьому спостерігається досить цікаве явище: просочка текстильних матеріалів натуральними фарбниками на основі лікарських трав призводить до того, що матеріал, оброблений натуральними фарбниками, проявляє кращі властивості у порівнянні з матеріалом, не обробленим фарбниками.

### Висновки

Фарбування текстильних матеріалів натуральними фарбниками, які отримані на основі лікарських трав, значно підвищує рівень випромінювання електромагнітного сигналу, наближаючись до рівня власного випромінювання шкіри людини, а також забезпечуючи при цьому більшу комфортність одягу з них. Окрім того, фарбування натуральними фарбниками має лікувальний ефект на організм людини. Тому доцільні подальші розвідки у визначеному напрямі.

### Література

1. Проданчук М.Г., Сененко Л.Г., Кравчук О.П та ін. Сучасні проблеми безпечності текстильних матеріалів та одягу в рамках гармонізації з вимогами стандартів країн Європейського співтовариства // Современные проблемы токсикологии. – 2004. - №4. – С.4–6.
2. Котоменкова О.Г., Виноградова А.В., Ермилова И.А. Об оценке безопасности текстильных волокнистых материалов. / Потребительский рынок: качество и безопасность това-

- ров и услуг: Материалы международной научно-практической конференции. – Орел, 2001. – С.14-15.
3. Грушко Я.М., Тимофеева С.С. Красители и их вредное действие на организм // Гигиена и санитария. -1983. - №8. - С.48-50.
  4. Киселев А.М. Экологические аспекты процессов отделки текстильных материалов // Российский химический журнал. -2002. - №1. - С.20-30.
  5. Скрипник Ю.О., Супрун Н.П., Ваганов О.А., Яненко О.П., Перегудов С.М. Радиометричний метод оцінки комфортності текстильних матеріалів для одягу // Вісник КНУТД. – 2008. - №5 (43). – С. 9-14.
  6. Ваганов О.А., Скрипник Ю.О., Яненко О.П. Дослідження відбиваючої здатності матеріалів одягу в діапазоні НВЧ // Наукові праці ВНТУ. Електронне наукове фахове видання. – Вінниця, 2007.
  7. Скрипник Ю.А., Яненко А.Ф., Манойлов В.Ф. и др. Микроволновая радиометрия физических и биологических объектов. Под ред. Ю.А. Скрипника. - Житомир: Изд-во "Волянь", 2003. – 408 с.
  8. Скрипник Ю.А., Шевченко К.Л., Яненко А.Ф. Оценка электромагнитных свойств материалов для одежды // Материалы XVI Международной конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» «Крымико-2006». – Севастополь. – 2006. – С.866-868.
  9. Спосіб оцінки комфортності матеріалів для одягу: Деклараційний патент на корисну модель № 59881А, Україна, МПК G01N33/36. Скрипник Ю.О., Супрун Н.П., Островецька Ю.І., Яненко О.П. – 2003 р. Бюл. №9. – 8 с. 1 іл.
  10. Супрун Н.П., Островецкая Ю.И., Скрипник Ю.А., Яненко А.Ф. Микроволновая оценка комфортности материалов для одежды // Материалы XII Международной конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» «Крымико-2002». – Севастополь. – 2002.
  11. Яненко О.П., Ваганов О.А., Скрипник Ю.О. Корелометри в оцінці властивостей матеріалів // Вісник НТУУ «КПІ». Серія радіотехніка. Радіоапаратобудування: - 2008. - №36. – С.41-45.

<p>Скрипник Ю.А., Ваганов А.А., Супрун Н.П., Шевченко К.Л., Яненко А.Ф. <b>Исследование электромагнитных свойств текстильных материалов, обработанных натуральными красителями</b> Проведены исследования электромагнитных свойств текстильных материалов, обработанных натуральными красителями на основе лекарственных трав. Показано влияние натуральных красителей на уровень электромагнитного излучения. Предложена формула для оценки комфортности текстильных материалов, обработанных натуральными красителями.</p>	<p>Skripnik Yu.O., Vaganov O.A., Suprun N.P., Shevchenko K.L., Yanenko O.P. <b>Research of electromagnetic properties of textile materials, treated nature-colours</b> Researches of electromagnetic properties of textile materials, treated nature-colours on the basis of medicinal herbares are conducted. Influence of nature-colours is rotined on the level of electromagnetic radiation. A formula is offered for the estimation of comfort of textile materials, treated nature-colours.</p>
--	---

*Надійшла до редакції  
8 квітня 2009 року*