

УДК 677.11.021

В.С. ТОЛМАЧОВ

Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка

М. Б. ЄДИНОВИЧ, Т.О. КУЗЬМИНА

Херсонський національний технічний університет

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ КОЛЬОРУ ЛЛЯНОГО ВОЛОКНА

У роботі обґрунтовано застосування колірної моделі HSB для визначення координат кольору лляного волокна, на її основі запропоновано новий пристрій для визначення показників кольору лляного волокна (ПВПК-1), викладено принцип його дії та конструктивні особливості, також наведено результати випробувань розробленого приладу із застосуванням еталонних зразків лляного волокна.

Ключові слова: лляне волокно, група кольору, мікроконтролер, прилад, відтворюваність, прецизійність.

В.С. ТОЛМАЧОВ

Глуховский национальный педагогический университет имени Александра Довженко

М. Б. ЕДИНОВИЧ, Т.О. КУЗЬМИНА

Херсонский национальный технический университет

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦВЕТА ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА

В работе обосновано применение цветовой модели HSB для определения координат цвета лляного волокна, на ее основе предложено новое устройство для определения показателей цвета лляного волокна (ПВПК-1), изложен принцип его действия и конструктивные особенности, также приведены результаты испытаний разработанного прибора с применением эталонных образцов лляного волокна.

Ключевые слова: лляное волокно, группа цвета, микроконтроллер, прибор, воспроизводимость, прецизионность.

V. TOLMACHOV

Hlukhiv National Pedagogical University of Oleksandr Dovzhenko

M. YEDYNOVYCH, T. KUZMINA

Kherson National Technical University

DEVICE FOR DETERMINING THE COLOR INDEXES OF THE FLAX FIBER

In the paper, the use of the HSB color model to determine the coordinates of the color of flax fiber is substantiated. On its basis, a new device for determining the color indexes of the flax fiber (PVPK-1) has been proposed; its operation and design features are described; the results of tests of the developed instrument using reference samples of flax fiber.

Keywords: flax fiber, color group, microcontroller, instrument, reproducibility, precision.

Постановка проблеми

Вхідний контроль якості лляної сировини дозволяє визначати технологічні режими обробки волокна, якісні показники готової продукції та її вартість.

Широке впровадження мікроконтролерів та цифрових технологій дозволяє автоматизувати вимірювання, підвищити достовірність контролю якості льносировини та звести до мінімуму вплив суб'єктивного фактора на результати випробувань.

На сьогоднішній день оцінка якості лляної сировини в Україні проводиться відповідно до чинних державних стандартів [1-3], які передбачають застосування складного лабораторного обладнання або органолептичні способи оцінки якості сировини. Така методика не дозволяє оперативно і точно визначати якісні показники волокна, також негативно впливає на результати суб'єктивності органолептичних методів аналізу, тому існує потреба в простих, точних і надійних приладах для експрес-оцінки якості лляної сировини в умовах виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У текстильній промисловості показники кольору враховуються під час оцінки якості волокна або готової продукції. Відомо, що природне забарвлення волокна льону та інших луб'яних культур є дуже різним. Волокна льону можуть мати сріблясто-сірий, тютюновий, зелений та жовтий кольори. Колір безпосередньо не відноситься до прядильних властивостей волокна, але під час органолептичної оцінки

перевагу віддають світло-сірим і сірим волокнам, і значно нижче оцінюють темне, зелене та жовте волокно.

Пояснюється це встановленим зв'язком між кольором волокна й вмістом інкрустуючих речовин, що характеризується ступенем його одерев'яніння: чим світліше волокно, тим нижче вміст лігніну та інших інкрустуючих речовин, тобто волокно буде гнучкішим і міцнішим [4-6].

Під час вибілювання лляної пряжі та тканин волокна різних кольорів поведуться по-різному: світлі волокна вибілюються швидше, а для темних необхідна більша тривалість і концентрація розчинів, що в подальшому негативно впливає на міцність пряжі. Особливо шкідливою є строкатість волокна за кольором. Під час вибілювання волокна різного кольору та відтінку відбілюються неоднаково, тому в цьому випадку одержують строкату пряжу і може переходити на готові вироби.

Таким чином, колір є важливим технологічним показником якості тіпаного волокна льону, соломи та трести [1,7]. Відомі роботи з дослідження зв'язку між кольором лляного волокна та його фізико-механічними характеристиками [4-6]. Важливим завданням є визначення групи кольору луб'яних волокон. Колір льоноволокна визначається за допомогою кількох методів – органолептичного, спектрофотометричного та фотоелектричного, які можна віднести як до експрес, так і до фізичних методів.

Для визначення кольору органолептичним методом лляне волокно поділяють на чотири групи. До 1-ої групи відносять зелене та буре волокно, до 2-ої – жовте, сіре із зеленим відтінком і темно-сіре із зеленим відтінком, до 3-ої – сіре та темно-сіре, а до 4-ої групи – світло-сіре волокно.

У текстильній промисловості вимірювання кольору забарвлених матеріалів здійснюється спектрофотометричним і фотоелектричним методами. Відповідно до цих методів використовуються спектроколориметри типу «Радуга-1» та компаратори кольору ЕКК і КК. Ці прилади відрізняються як за точністю вимірювання, так і за чутливістю до малих колірних відмінностей. Однак ці прилади призначені для використання в лабораторних умовах і через їхні габарити непридатні для застосування у виробничих умовах.

Існує багато пристроїв, розроблених різними фірмами-виробниками (рис. 1), що використовуються для фотометричних та спектрофотометричних досліджень, але вони непридатні для контролю якості лляної сировини.



Рис. 1. Лабораторні фотометри та спектрофотометри:
 1 – БіАн (Росія); 2 – SPECTRAmax Plus (Molecular Devices, LLC, США);
 3 – Photometer 5010 ROBERT RIELE GmbH, Німеччина); 4 – StatFax 1904 Plus (AWARENESS TECHNOLOGY INC, США); 5 – Уніплан (Росія)

Формулювання мети дослідження

Удосконалення стандартних методів визначення показників якості лубоволокнистої сировини, та розробка нового пристрою для вимірювання колірних показників.

Викладення основного матеріалу дослідження

Для опису характеристик кольору на практиці використовують різні колірні моделі, до яких можна віднести RGB, HSL, CIELAB, HSV та інші. Ці моделі представляють показники кольору у вигляді відповідних координат.

Модель RGB прийнята у якості стандартної Міжнародною комісією з освітлення (МКО) [8-9]. На її основі можуть бути обчислені координати кольору будь-якого випромінювання, заданого своїм спектральним складом, а також можна обчислити координати будь-якого кольору в іншій колірній системі, опорні кольори якої задані в системі RGB. Основним недоліком даної моделі є апаратна залежність.

Для опису координат кольору лляного волокна була обрана модель HSL, як апаратно-незалежна та сумісна зі стандартами органолептичної оцінки якості волокна.

Схема моделі HSB зображена на рис. 2. Вона може застосовуватися як для адитивних, так і для субтрактивних кольорів. Ця модель отримала назву за першими літерами англійських слів: hue – колірний тон, saturation – насиченість, brightness – яскравість. Вона добре узгоджується зі сприйняттям

людини, тому що колірний тон є еквівалентом довжини хвилі світла, насиченість – інтенсивності хвилі, а яскравість – кількості світла.

Значення відтінку виражене у куті повороту радіус-вектора H . Червоний колір відповідає 0° , жовтий – 60° , зелений – 120° , блакитний – 180° , синій – 240° , пурпуровий – 300° .

Величина насиченості описується як довжина радіуса-вектора. Чим менш насиченим є колір, тим ближче до центра кола розташовується координата. Центр кола відповідає чорному кольору. Насиченість вимірюється у відсотках: мінімальна насиченість дорівнює 0, максимальна – 100.



Рис. 2. Схема розподілу інформації про колір у моделі HSB

Для врахування яскравості в моделі додана третя координата V . Увесь колірний простір системи HSB можна уявити у вигляді сукупності колірних кіл, кожне з яких відповідає своєму значенню яскравості. Яскравість змінюють у відсотках у діапазоні від 0 до 100.

Система HSB є абстрактною. Це означає, що немає таких апаратних пристроїв, які синтезують колір у цій системі. Не існує й прямої процедури вимірювання колірного тону та насиченості. Згідно з будь-яким методом спочатку вимірюються червона, синя й зелена складові, які потім перераховуються в координати HSB.

За результатами аналізу стандартних методик визначення колірних властивостей лляних волокон та конструкції пристроїв для визначення цих властивостей було створено цифровий автономний пристрій, який дозволяє визначити показники кольору досліджуваного зразка, розрахувати координати кольору у форматах RGB і HSB, визначити рівномірність колірного забарвлення та рівень білості досліджуваного матеріалу.

Для визначення показників кольору лляного волокна було розроблено пристрій ПВПК-1 (рис. 3). Принцип дії розробленого приладу ґрунтується на вимірюванні за допомогою фотодатчика інтенсивності базових складових світла, відбитого від поверхні досліджуваного матеріалу, у системі RGB.

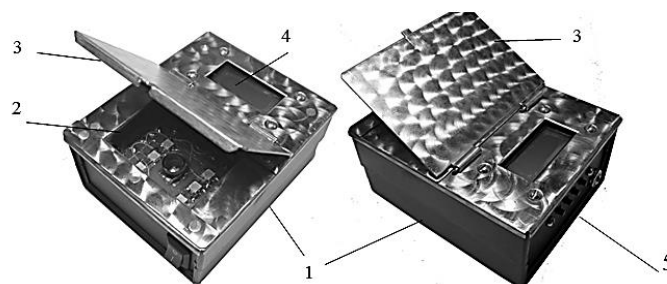


Рис. 3. Зовнішній вигляд пристрою ПВПК-1:

1 – корпус; 2 – вимірювальна камера; 3 – захисна кришка; 4 – цифровий дисплей;
5 – панель керування

Пристрій складається з пластикового корпусу 1, усередині якого знаходяться електронна схема, цифровий дисплей 4, оптичний блок та джерело світла. На зворотному боці знаходиться панель керування 5. Зверху під захисною кришкою 3 розташована вимірювальна камера 2.

Для визначення показника кольору необхідно щільно заповнити вимірювальну камеру 2 рівномірним шаром волокна масою 20 г та довжиною не менше ніж 85 мм, дотримуючись паралельного розташування волокон. Нормовану масу, довжину зразку волокон а також кількість повторюваностей вимірювань встановлено за результатами досліджень. Для одержання об'єктивних результатів вимірювання необхідно підготувати 3 проби волокна і кожену пробу піддати аналізу з обох сторін та у

трьох зонах: верхівковій, середній, прикореневій. За остаточний результат вимірювань приймається середнє значення за кожною координатою кольору.

Вимірювальну камеру з вкладеним зразком накривають захисною кришкою 3. Потім треба увімкнути пристрій та за допомогою кнопок панелі керування 5, вибрати необхідний режим і виконати вимірювання. На цифровому дисплеї з'являться значення координат кольору у форматі HSB, а в разі потреби, скориставшись панеллю керування, можна вивести на цифровий дисплей координати кольору у форматі RGB та значення інтенсивності відбитого світла I .

Конструкцію чутливого елемента пристрою для вимірювання показників кольору лляного волокна (ПВПК-1) представлено на рис. 4.

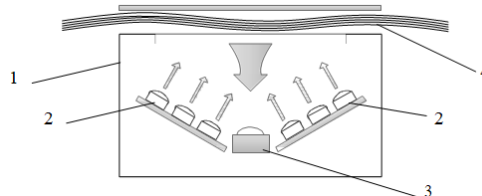


Рис. 4. Схема пристрою ПВПК-1:

1 – корпус; 2 – RGB-світлодіоди; 3 – фоторезистор; 4 – досліджуваний матеріал

Пристрій реалізовано на однокристальному мікроконтролері з RISC архітектурою Atmega 8 (рис. 5). У приладі для освітлення поверхні досліджуваного зразка використовуються спеціальні RGB-світлодіоди з фіксованими спектральними характеристиками. Сигнал фоторезистора, який послідовно вимірює інтенсивність червоного, зеленого й синього світлових потоків, відбитих від досліджуваного матеріалу, надходить на вхід АЦП мікроконтролера, де обробляється згідно з розробленим алгоритмом і виводиться на цифровий індикатор. Кнопки S1 – S4 призначені для вибору режимів роботи пристрою.

При роботі у режимі RGB на індикатор виводяться значення інтенсивностей червоного, зеленого та синього кольорів а також обчислена за формулою (1) інтенсивність відбитого світла, враховуючи співвідношення між інтенсивністю базових кольорів за стандартами телебачення [10]:

$$Y = 0,299 \cdot R + 0,587 \cdot G + 0,112 \cdot B. \quad (1)$$

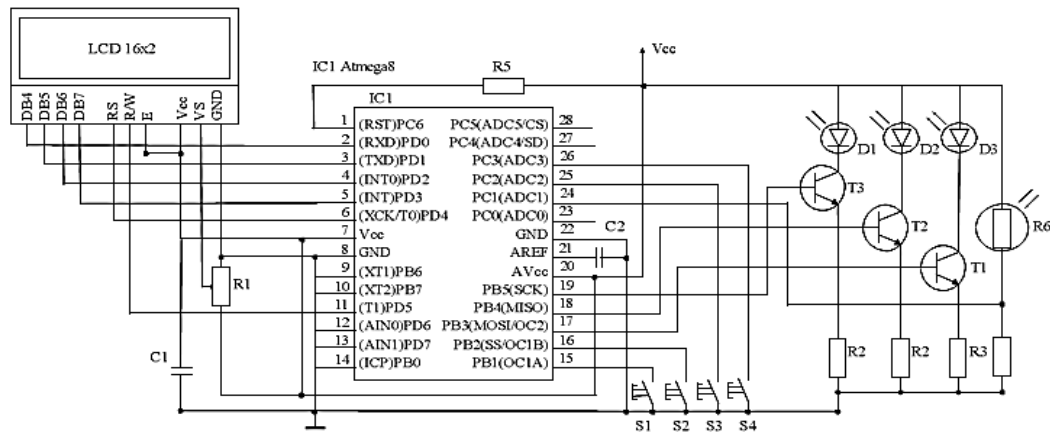


Рис. 5. Електрична принципова схема ПВПК-1

Для перетворення отриманих координат кольору з RGB в HSB у розробленому пристрої застосовується стандартний алгоритм [11]. У режимі HSB на індикатор виводяться значення відтінку H , насиченості S і яскравості V .

Відповідно до ДСТУ 4015-2001 колір волокна поділяється на чотири групи. Для зручності групи кольору, які містять у своєму описі кілька кольорів, було поділено на підгрупи. У результаті отримано табл. 1, на основі якої визначено перелік кольорів, що використовуються під час оцінювання лляного волокна.

Таблиця 1

Групи кольору згідно з ДСТУ 4015-2001 та їх розподіл на підгрупи

Група кольору	Підгрупа кольору	Опис кольору
I	a	Бурий
	b	Зелений
II	a	Жовтий
	b	Жовтий з відтінками
	c	Сірий з відтінками
	d	Темно-сірий з відтінками
III	a	Сірий
	b	Темно-сірий
IV	a	Світло-сірий

У ході випробувань ПВПК-1 були визначені граничні значення координат S і B колірної моделі HSB, оскільки волокно відбиває менше світла, ніж попередньо досліджувані, еталони кольорів. Під час дослідження були проаналізовані стандартні зразки (еталони) довгого тіпаного волокна, що відповідають ГОСТ 2975-73 «Треста льняная. Технические условия» та ДСТУ 4149:2003 «Треста льняная. Технические условия». У результаті отримали середні значення координат кольору та групу кольору тих еталонів, які за описом відповідають вищезазначеним стандартам. Для ідентифікації еталонів їх було позначено як E_1 - E_{14} (табл. 2).

Таблиця 2

Опис показників кольору еталонів волокна

Номер етал.	Визначені показники кольору						група кольору
	середні значення координат кольору у форматі RGB			середні значення координат кольору у форматі HSB			
	\bar{X}_R	\bar{X}_G	\bar{X}_B	\bar{X}_H	\bar{X}_S	\bar{X}_B	
E_1	91	76	48	39	47	36	1
E_2	63	40	22	26	65	25	2
E_3	137	116	90	33	34	54	2
E_4	91	81	57	41	37	36	2
E_5	106	96	79	44	25	42	2
E_6	133	125	100	45	25	52	2
E_7	87	82	64	47	26	34	2
E_8	30	26	18	40	40	12	2
E_9	74	69	51	47	31	29	2
E_{10}	58	58	46	60	21	23	3
E_{11}	95	91	76	47	20	37	3
E_{12}	117	109	90	41	23	46	4
E_{13}	122	122	103	60	16	48	4
E_{14}	118	117	100	57	15	46	4

За отриманими даними було побудовано точкову діаграму (рис. 6), на якій видно розподіл зразків волокна за групами кольору, описаними у ДСТУ 4015-2001 [3], та визначено межі розподілу запропонованого простору колірної моделі (рис. 6). Отримані межі мають числові значення: $S_0 = 0-24$, $S_1 = 24-34$, $S_2 = 34-44$, $S_3 = 44-100$, $B_0 = 0-25$, $B_1 = 25-45$, $B_2 = 45-100$.

Ступінь відтворюваності та прецизійності запропонованого пристрою оцінено згідно з чинною методикою [12]. Оцінка стабільності результатів вимірювання показника кольору здійснена із застосуванням карт Шухарта [13].

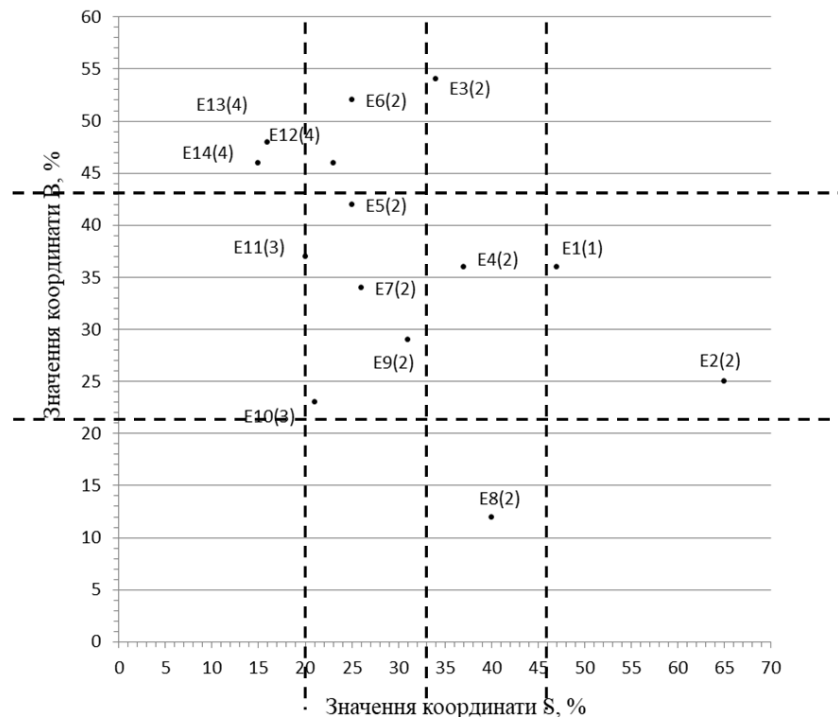


Рис. 6. Розподіл еталонів у колірному просторі SB (у дужках вказана група кольору)

Висновки

1. Запропонована колірна модель HSB (тон-насиченість-яскравість) є придатною для опису координат кольору лляного волокна, оскільки дана модель є апаратно-незалежною, тобто не прив'язаною до приладів, в яких вона застосовується. Це дозволяє чітко визначити групу кольору дослідного зразка за отриманими координатами.

2. Експериментальні дослідження підтвердили доцільність використання пристрою ПВПК-1 в процесі оцінювання якості лляних волокон за розробленими методиками. Новизна технічних рішень, запропонованих під час розробки пристрою ПВПК-1 підтверджена патентом України [14] та апробацією у виробничих умовах.

3. Для застосування пристрою ПВПК-1 у виробництві необхідно покращити його експлуатаційні характеристики – забезпечити виведення на дисплей групи кольору волокна, визначену стандартом, а не координати кольору RGB чи HSB.

Список використаної літератури

1. Треста лляна. Технічні умови: ДСТУ 4149:2003. – [Чинний від 2003-02-24]. – К.: Видництво стандартів, 2004. – 14 с. – (Національний стандарт України).
2. Волокно лляне коротке. Технічні умови: ДСТУ 5015:2008. – [Чинний від 2003-02-24]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 10 с. – (Національний стандарт України).
3. Льян типаний. Технічні умови: ДСТУ 4015-2001. – [Чинний від 2001-03-30]. – К.: Держстандарт України, 2001. – 12 с. – (Національний стандарт України).
4. Куликов А.В. Определение взаимосвязи свойств трепаного льяного волокна с его цветом / А.В. Куликов, Е.Л. Пашин, А.Е. Виноградова // Технология текстильной промышленности. – 2004. – № 1 (276). – С. 8.
5. Крагельский И.В. Совершенствование инструментального метода определения качества льяной тресты / И.В. Крагельский, Г.А. Кудряшова // Труды ВНИИЛ. – Торжок, 1990. – Вып. 26. – С. 130-132.
6. Кудряшова Г.А. Разработка инструментального метода оценки льяного сырья по цвету: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 05.19.02 «Первичная обработка текстильного сырья» / Г.А. Кудряшова. – Кострома, 1991. – 17 с.
7. Тімонін М.О. Удосконалена методика технологічної оцінки лляної соломи з агротехнічних і селекційних дослідів / М.О. Тімонін, Ю.В. Мохер, Р.Н. Гілязетдінов. – Глухів: Інститут луб'яних культур УААН, 2001. – 14 с.

8. Юстова Е.Н. Таблицы основных колориметрических величин / Е.Н. Юстова. – М.: Изд-во стандартов, 1967. – 35 с.
9. Vos J.J. Colorimetric and photometric properties of a 2-degree fundamental observer / J.J. Vos // Color Res. Appl. – 1978.–V.3.–P.125-128.
10. Смирнов А.В. Основы цифрового телевидения: [учебн. пособ.] / А.В. Смирнов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 224 с.
11. Mark D. Fairchild, Color Appearance Models, 3rd Ed. Wiley-IS&T, Chichester, UK, 2013. – 472 p.
12. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений: ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002. – [Введен 2002-11-01]. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 62 с. – (Межгосударственный стандарт).
13. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта: ГОСТ Р 50779.42-1999. – [Введен 2000-01-01]. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 32 с. – (Межгосударственный стандарт).
14. Пат. 76375 Україна, МПК G 01 N 33/36. Спосіб визначення якості льоносировини / Толмачов В.С., Кузьміна Т.О.; № u2012 00907; заявл. 30.01.12; опубл. 30.01.13, Бюл. № 1.