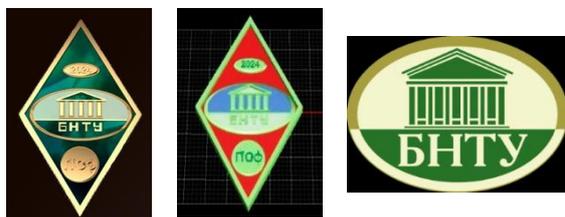


Под эмблемой БНТУ располагается монето-видный элемент меньшего размера. В зависимости от факультета изображение на нем будет изменяться. Прилагаемые варианты знаков факультетов приведены на рисунке 3.



а б в

Рисунок 2 – Дизайн-проект академического знака выпускника ПСФ БНТУ (а), 3D-модель (б) и эмблема БНТУ (в)

Цветовое решение для академического знака неизменно зелено-золотое, без каких-либо вариаций. Традиционный цвет БНТУ – зеленый. Можно было бы использовать классический цвет технических ВУЗов – синий, однако это полностью перечеркнет индивидуальность данного знака.

После разработки чертежа общего вида, с расчетом размеров и подбором оптимальных параметров следует разработка технологического процесса из-

готовления знака включает в себя чеканку из листового металла, гравировку мелких элементов, сборку с застежкой, полирование. В зависимости от используемого металла предусматривается лакирование либо гальваническое покрытие.



Рисунок 3 – Элементы с символикой факультетов

Последним этапом выполняется нанесение цветной эмали на отдельные участки изделия.

Технологический процесс предусматривает изготовление основы знака из драгоценного или недрагоценного металла или сплава (серебра, меди или алюминия) методом штамповки. Художественная отделка включает гальваническое покрытие отдельных участков и холодное эмалирование в приведенные ранее цвета.

UDC 004.92, 004.925.5

COLOUR VISUALIZATION METHOD OF X-RAY SPECTRA Balukho I.N., Dudchik Y.I., Kolchevsky N.N.

*A.N. Sevchenko Institute of Applied Physical Problems BSU
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. A method for color visualization of X-ray spectra has been developed, which allows coloring the X-ray spectra correspondingly of energy spectra. The program "X-ray-RGB-tube" for summarizing and color visualization of X-ray spectra was developed. Simulation of the "white" source with the developed program are discussed.
Key words: color visualization, X-Ray, "X-ray-RGB-tube".

МЕТОД ЦВЕТОВОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕНТГЕНОВСКИХ СПЕКТРОВ Балухо И.Н., Дудчик Ю.И., Кольчевский Н.Н.

*НИИ ПФП им. А.Н. Севченко Белорусского государственного университета
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Разработан метод цветовой визуализации рентгеновских спектров, позволяющий окрашивать рентгеновские спектры соответственно энергетическим спектрам. Разработана программа «X-ray-RGB-tube» для суммирования и цветовой визуализации рентгеновских спектров. Рассмотрено моделирование «белого» источника с помощью разработанной программы.

Ключевые слова: цветная визуализация, рентгеновское излучение, «X-ray-RGB-tube».

*Address for correspondence: Kolchevsky N.N., Kurchatova str. 7 – 403, 220045, Minsk, Republic of Belarus.
e-mail: kolchevsky@bsu.by*

Developed a method of colour visualization of X-ray spectra by energy characteristics. On the basis of the method developed and created the program "X-ray-RGB-tube" [1]. For color visualization of the X-ray spectrum and analysis of the spectrum of the X-ray source, each energy of the spectrum is matched

with an RGB vector, which represents the intensity value of red, green and blue colors:

$$(X_1, X_2, X_3) \quad (1)$$

where X_1, X_2, X_3 – numbers in the range from 0 to 255.

First step was to set the colour palette corresponding to the X-ray spectrum. The energy range for X-rays was chosen from 0.1 keV to 100 keV, and further transformed using the following formula:

$$\begin{aligned} \min : \log_{10}(0,1 \text{ keV}) + 1 &= -1 + \log_{10}(\text{keV}) + 1 = 0 + \log_{10}(\text{keV}) \\ \max : \log_{10}(100 \text{ keV}) + 1 &= 2 + \log_{10}(\text{keV}) + 1 = 3 + \log_{10}(\text{keV}) \end{aligned} \quad (2)$$

Defined the colour scale for the X-ray spectrum. The range of energies is divided into 7 intervals, according to the colours of the rainbow (optical spectrum), which describe the number of colours according to the interval. The minimum RGB vector values, outside the range, were taken as black and the maximum values – as white.

Since in the RGB layout orange is a combination of red and yellow (hue), there will be fewer basic intervals in total (figure 1, a).

As can be seen from Figure 1a, the transition from one colour to other changes a certain RGB coordinate, then the number of hue steps is 255. Dividing the energy range of X-ray emission into intervals in accordance with the transitions from colour to colour, obtained the boundary values of energy, which will sort the spectral lines into colours (figure 1, b).

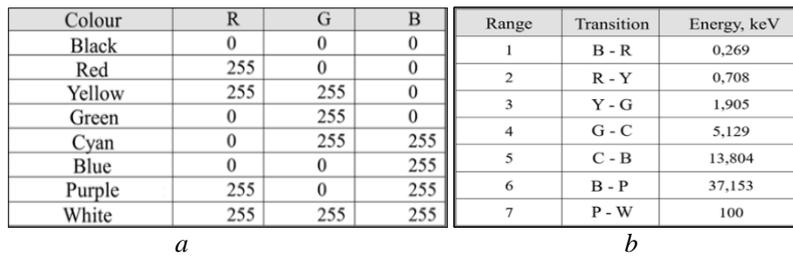


Figure 1 – RGB vectors of colours (a) and colour intervals with their boundary energies (b)

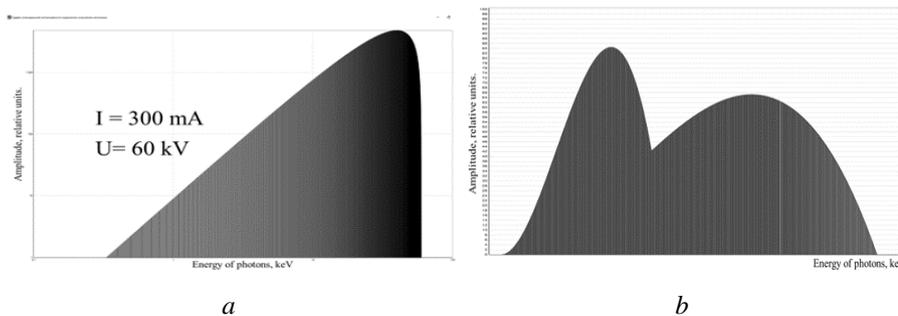


Figure 2 – Colour plot of the spectral intensity of the stopping spectrum in logarithmic scale (a) and colour stopping spectrum of the modified tube (with complex anode) (b)

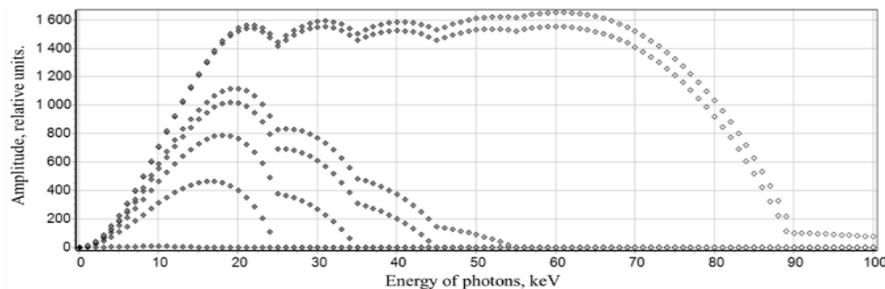


Figure 3 – Obtaining the stopping spectrum of a "white" source

Consider the task of forming the "white colour" source using the spectrum colouring method. The "white" source can be either a source with a complex anode, or a source consisting of several sources, simultaneously or sequentially emitting objects in the experiment.

The summation of the spectra, as a source with a complex anode, as well as multiple sources, is described by the following expression:

$$I(\lambda) = \sum_i I_i(\lambda) = \sum_i k_i f(\lambda(U)) = f(\lambda(U)) \sum_i k_i = k^* \cdot \frac{(\lambda - \lambda_{\min})}{\lambda_{\min} \cdot \lambda^3} \quad (3)$$

where k^* – constant, depending on the parameters, independent from the wavelength.

Hence, by summing the spectral intensities, obtained intensity, which is represented by the summation of functions $f(\lambda(U))$, depending on the wavelength (on energy) multiplied by the constant k^* .

Then the integral colour of the spectrum – the source colour – will be given by the condition of intensity mixing. Integrating this principle into the program, obtained the following result of summation and colour visualization of spectra with their common colour (source colour) (figure 2).

To create a "white" source, it is necessary to obtain a spectrum with uniform intensity. Considering all peculiarities of construction and addition of spectra, modelling of a white source was performed in the seen from the calculation, due to the addition of intensity spectra of different sources it is possible to obtain a spectrum with a "shelf", where the intensity is quasi-linear.

References

1. Kolchevskaya, I.N. Modelling of X-ray optical systems / I.N. Kolchevskaya, P.V. Petrov, N.N. Kolchevsky // Computer Technologies and Data Analysis (CTDA'2022): proceedings of the III International Scientific and Practical Conference, Minsk, 21–22 April. 2022. – BSU; V. Skakun (editor-in-chief) [and others]. – Minsk : BSU. – 2022. – С. 217–219.

УДК 535.3

АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ДЛЯ МНОГОСЛОЙНОЙ СРЕДЫ ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКОМ НАГРЕВЕ

Бобученко Д.С.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Получено аналитическое решение уравнения теплопроводности для многослойной среды при периодическом нагреве.

Ключевые слова: уравнение теплопроводности, коэффициент теплопроводности, коэффициент температуропроводности, коэффициент теплопередачи, многослойная среда.

ANALYTICAL SOLUTION OF THE HEAT CONDUCTIVITY EQUATION FOR A MULTILAYER MEDIUM WITH PERIODIC HEATING

Babuchenka D.S.

Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. An analytical solution to the heat conduction equation for a multilayer medium with periodic heating is obtained.

Key words: heat equation, thermal conductivity coefficient, thermal diffusivity, heat transfer coefficient, multilayer environment.

Адрес для переписки: Бобученко Д.С., пр. Независимости, 65, г. Минск, 220113, Республика Беларусь
e-mail: dbobuchenko@gmail.com

Многослойные среды, состоящие из совокупности слоев различных материалов, имеют огромное практическое применение. К ним относятся различные оптические покрытия, защитные покрытия, тонкопленочные фотоэлектрические элементы, тонкопленочные аккумуляторы, слоистая среда, созданная с целью охлаждения и многие другие. Расчет и анализ температурных полей в таких структурах является актуальной задачей. А также существует большое число обратных задач [1; 3], когда по значениям температур, необходимо определить теплофизических свойства материалов и их толщины, и различные тепловые потоки. Для решения этих задач может быть использован метод периодического нагрева (методов регулярного режима третьего рода, метод температурных волн) и для обратных задач полезно иметь аналитические формулы описывающие температурные поля в многослойных структурах при периодическом нагреве. Метод температурных волн обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами, в частности для измерения этим методом необходимо малое количество материала из-за резкого затухания температурной волны.

В данной работе получено аналитическое решение уравнение теплопроводности для многослойной среды при периодическом нагреве.

Рассмотрим ограниченное пространство из многослойного материала. Распределение температуры Ω_i в i -том слое, определяется уравнением теплопроводности:

$$\frac{\partial \Omega_i}{\partial t} = a_i \frac{\partial^2 \Omega_i}{\partial x^2}, \quad t > 0, \quad 0 \leq x < l, \quad (1)$$

с начальным условием: $\Omega_i(t = 0, x) = \Omega_0$, на границе ($x = 0$) температура меняется по гармоническому закону: $\Omega_i(t, 0) = \Omega_0 + T_{\max} \sin(\omega t)$, где a_i – коэффициент температуропроводности i -того слоя, Ω_0 – начальная температура среды, Ω_{\max} – амплитуда колебаний температуры, $\omega = 2\pi/\tau_0$ – круговая частота, τ_0 – период колебаний. При идеальном тепловом контакте между слоями:

$\Omega_i(d_i) = \Omega_{i+1}(d_i)$ $\lambda_i \frac{\partial \Omega_i}{\partial x} |_{x=d_i} = \lambda_{i+1} \frac{\partial \Omega_{i+1}}{\partial x} |_{x=d_i}$
и условиями 3-рода на границе среды:

$$-\lambda_n \frac{\partial \Omega_n}{\partial x} |_{x=l} = -\alpha(\Omega_s - \Omega_0),$$