



Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції
ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЇ В АПК

Харків,
2024



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА ОБЛАСНА ВІЙСЬКОВА
АДМІНІСТРАЦІЯ**

Державний біотехнологічний університет
Національний технічний університет «ХПІ»
Національний університет «Львівська політехніка»
Національний університет біоресурсів і
природокористування України
Національний науковий центр «Інститут механізації
та електрифікації сільського господарства»
University Maryland (USA)
University of British Columbia (Canada)
Lublin University of Technology (Poland)
Israel Electric Corporation (Israel)



**Матеріали
Міжнародної науково-практичної конференції
ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА ТА
ТЕХНОЛОГІЇ В АПК**

6 листопада 2024 р.

м. Харків

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА ОБЛАСНА ВІЙСЬКОВА АДМІНІСТРАЦІЯ
Державний біотехнологічний університет
Національний технічний університет «ХПІ»
Національний університет «Львівська політехніка»
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації
сільського господарства»
University Maryland (USA)
University of British Columbia (Canada)
Lublin University of Technology (Poland)
Israel Electric Corporation (Israel)

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЇ В АПК

Матеріали Міжнародної науково-практичної
конференції

6 листопада 2024 р.

Харків
ДБТУ
2024

Організаційний комітет:

Голова комітету: **Михайлов В.М.**, д.т.н., проф., проректор з наукової роботи ДБТУ;

Заступник голови: **Сорокін М.С.**, к.т.н., доц., декан факультету енергетики, робототехніки та комп'ютерних технологій ДБТУ;

Вчений секретар оргкомітету конференції: **Лисиченко М.Л.**, д.т.н., проф., професор кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки ДБТУ;

Члени оргкомітету: **Адамчук В.В.**, д.т.н., проф., академік НААН України, директор Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України; **Каплун В.В.**, д.т.н., проф., директор навчально-наукового інституту енергетики, автоматики і енергозбереження НУБіП; **Гапон Д.А.**, д.т.н., доц., завідувач кафедри автоматизації та кібербезпеки НТУ ХПІ; **Щур І.З.**, д.т.н., проф., завідувач кафедри електромеханіки і комп'ютерних електромеханічних систем Національного університету «Львівська політехніка»; **Головко В.М.**, д.т.н., проф., професор кафедри відновлювальних джерел енергії, КПІ ім. І.Сікорського; **Кіпенський А.В.**, д.т.н., проф., директор навчально-наукового інституту соціально-гуманітарних технологій; **Мірошник О.О.**, д.т.н., проф., завідувач кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту ДБТУ; **Хандола Ю.М.**, к.т.н., доц., завідувач кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки ДБТУ; **Петренко О.В.**, к.т.н., доц., завідувач кафедри інтегрованих електротехнологій та енергетичного машинобудування ДБТУ; **Мороз О.М.**, д.т.н., проф., професор кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту ДБТУ; **Косуліна Н.Г.**, д.т.н., проф., професор кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки ДБТУ; **Потапов В.О.**, д.т.н., проф., професор кафедри інтегрованих електротехнологій та енергетичного машинобудування ДБТУ; **Vasily Krivtsov**, Ph.D., R.Eng., Professor, University of Maryland (USA); **Juri Jatskevich**, Ph.D., P.Eng., Professor, IEE Fellow Electrical and Computer (Canada); **Pawel Komada**, Ph.D., D.Sc., Associate Professor Lublin University of Technology (Poland); **Vladimir Gurevich**, Honorary Professor, Senior Specialist, Israel Electric Corporation (Israel).

Конференцію включено до Переліку міжнародних, всеукраїнських науково-практичних конференцій здобувачів вищої освіти і молодих учених у 2024 році згідно з листом ІМЗО МОН України від 12.01.2024 № 21/08-57

Електроенергетика, електромеханіка та технології в АПК: [Електронний ресурс]: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 6 листопада 2024 р. / Держ. біотехнологічний ун-т. – Харків, 2024. – 312 с. – Електронні текстові дані. – Режим доступу: <http://btu.kharkov.ua/nauka/konferentsiyi/>

У збірнику подано теоретичні та практичні результати досліджень і розробок учених спільно з молодими науковцями, аспірантами, співробітниками організацій та підприємств.

Розраховано для викладачів, студентів, наукових співробітників, фахівців у галузі енергетики, електромеханіки, робототехніки, автоматики, інформаційних технологій, енергетичного машинобудування, біомедичної інженерії.

DETERMINATION OF CT PARAMETERS OF TRABECULAR BONE
BASED ON THE RESULT OF CT RECONSTRUCTION SIMULATION
OF A PHANTOM IMAGE OF BONE MICROSTRUCTURE

Philimonov S. O., PhD student, e-mail: serhii.filimonov@nure.ua

Fedurtsia Yu. V., PhD student, e-mail: yurii.fedurtsia@nure.ua

Averianova L. O., PhD, Ass. Prof., e-mail: lilya.averyanova@nure.ua

Kharkiv National University of Radio Electronics

Relevance. Determining the parameters of bone tissue based on the results of a CT scan is a necessary tool for detecting bone mass loss due to different pathologies as well as evaluation the consequences of radiation treatment of bone metastases.

Objective. Evaluation the parameters of human trabecular bone phantom CT-reconstructed images. Investigation of the influence of Radon and Inverse Radon transform on estimation the parameters of trabecular structures on reconstructed phantom image.

Results. One of the most important parameters of the trabecular bone is bone volume fraction (bone volume/total volume BV/TV ratio) [1]. The basic method of investigation of the trabecular bone micro-structure is histomorphometry ex vivo [2].

The microscopy image of thin histological slice of bone biopsy specimens [2] was used for creation of the binary phantom trabecular bone image that consists of trabecular lines (white, 255) and background (black, 0) (Fig.1a), ratio BV/TV=0,241 as for normal trabecular bone.

Next MATLAB Simulation of CT-scanning (Radon transform with angle step $\Delta\theta=1^\circ$) was applied for CT scan data acquisition. CT scan acquisition is based on the use of projections data. Projection is mathematically described by linear integrals in the projection direction and is called the Radon integral transform. The 2D Radon transformation of a function is its projection onto an axis along the line L , which is at a distance s from the origin of coordinates and is its linear integral:

$$\mathfrak{R}(s, \theta) = \int_{-\infty}^{\infty} f(s \cos \theta - y' \sin \theta, s \sin \theta + y' \cos \theta) dy' \quad (1)$$

where x' and y' are the current coordinates when the gentry is rotated CCW on angle θ .

The task of image reconstruction in CT is to restore the function $f(x, y)$ that would determine what proportion of the total attenuation of X-rays falls on each element of the image. The result of the back projection shows that the obtained values can create certain errors in the future CT image.

Function $f(x, y)$ is defined by the 1D inverse Fourier transform of the function $\mathfrak{R}_\phi(\omega, \theta)$ as

$$f(x, y) = \int_0^\pi d\theta \int_{-\infty}^{\infty} |\omega| \mathfrak{R}_\phi(\omega, \theta) \exp[i2\pi\omega(x \cos \theta + y \sin \theta)] d\omega \quad (2)$$

The results of back projection for the phantom image are shown in Fig. 1b, the histogram of the reconstructed image shows the appearance of a wide range of grayscales without clear evidence of bone/background segmenting due to very noisy data. Ratio BV/TV = 0,139 did not correspond to the initial value for the phantom image (value as for rarified bone structure).

To obtain a clearer reconstructed CT image, strengthening the boundaries of the structures on it, the projection data are previously subjected to mathematical filtering (filtered back projection, FBP). The Rama-Lak filter emphasizes higher frequencies, so it often emphasizes noise in images as well. Because of this, various modifications of this filter are used to reduce noise by suppressing the

amplification of high frequencies. Standard Shepp-Logan filter applied to very noisy data [3] (Fig. 2).

The results of filtered back projection of the phantom image with use of the Rama-Lak filter (Fig. 1c) and Shepp-Logan filter (Fig. 1d) shows clear segmentation of the bone trabecular lines. The histograms consist of two separated zones for the background and bone.

Despite the discrepancy with the initial histogram and the presence of a different distribution of grayscale values on the image, the ratio BV/TV corresponds to the initial one for the phantom image before reconstruction.

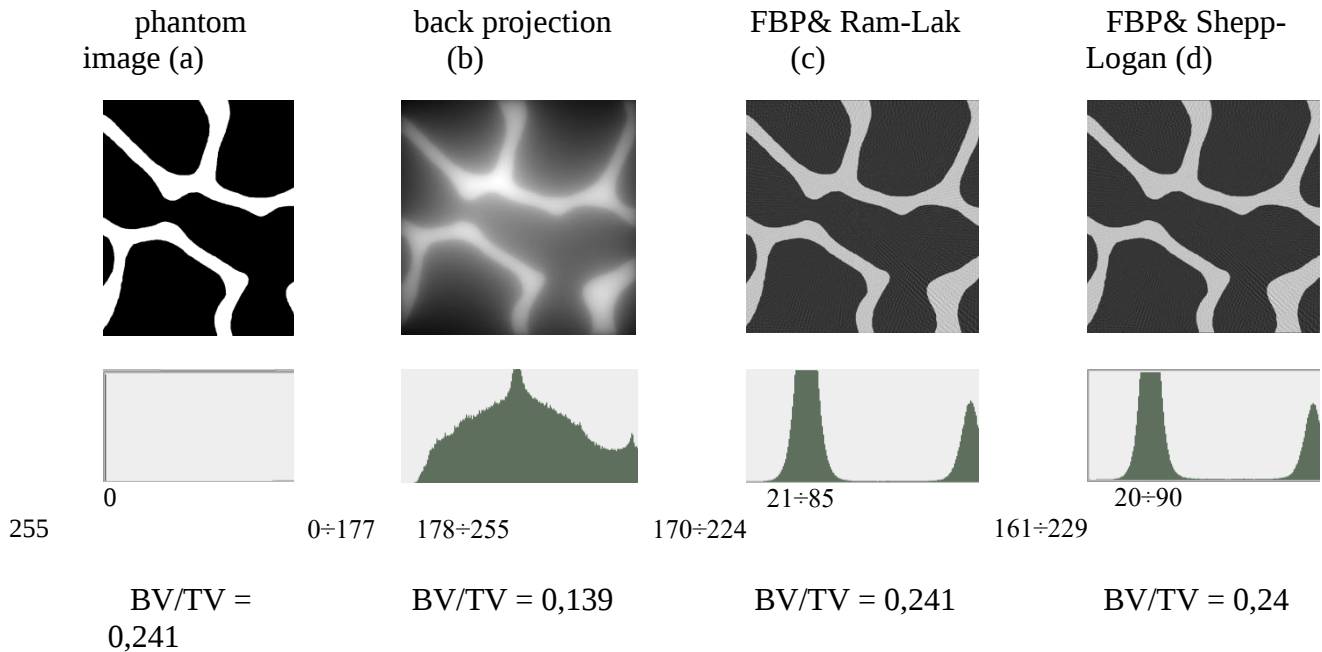


Figure 1 – Results of bone phantom image reconstruction and histogram analysis

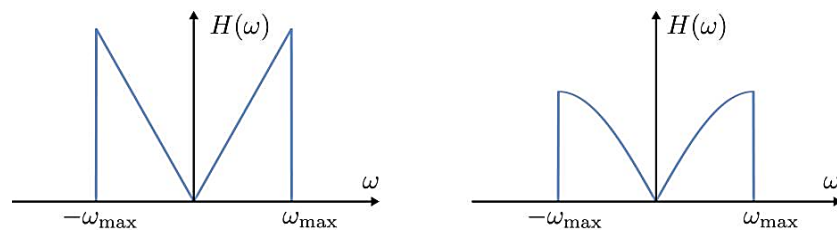


Figure 2 - The responses in frequency domain for the Ram-Lak and Shepp-Logan filters

Conclusion. The parameters of human trabecular bone based on analysis of phantom CT-reconstructed images are evaluated. MATLAB Simulation of Radon transform of the bone phantom image and Inverse Radon Transform with Ram-Lak or Shepp-Logan filtering allows accurate BV/CV estimation for the reconstructed phantom image of trabecular bone as predicted for initial image.

REFERENCES

1. Jin, D.; Zheng, H.; Yuan, H. Exploring the Possibility of Measuring Vertebrae Bone Structure Metrics Using MDCT Images: An Unpaired Image-to-Image Translation Method. *Bioengineering* **2023**, *10*, 716. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10060716>
2. Kulak CA, Dempster DW. Bone histomorphometry: a concise review for endocrinologists and clinicians. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2010 Mar;54(2):87-98. doi: [10.1590/s0004-27302010000200002](https://doi.org/10.1590/s0004-27302010000200002).
3. Alfred K. Louis. Diffusion reconstruction from very noisy tomographic data. *Inverse Problems and Imaging*, 2010, 4(4): 675-683. doi: [10.3934/ipi.2010.4.675](https://doi.org/10.3934/ipi.2010.4.675)