



Tạp chí

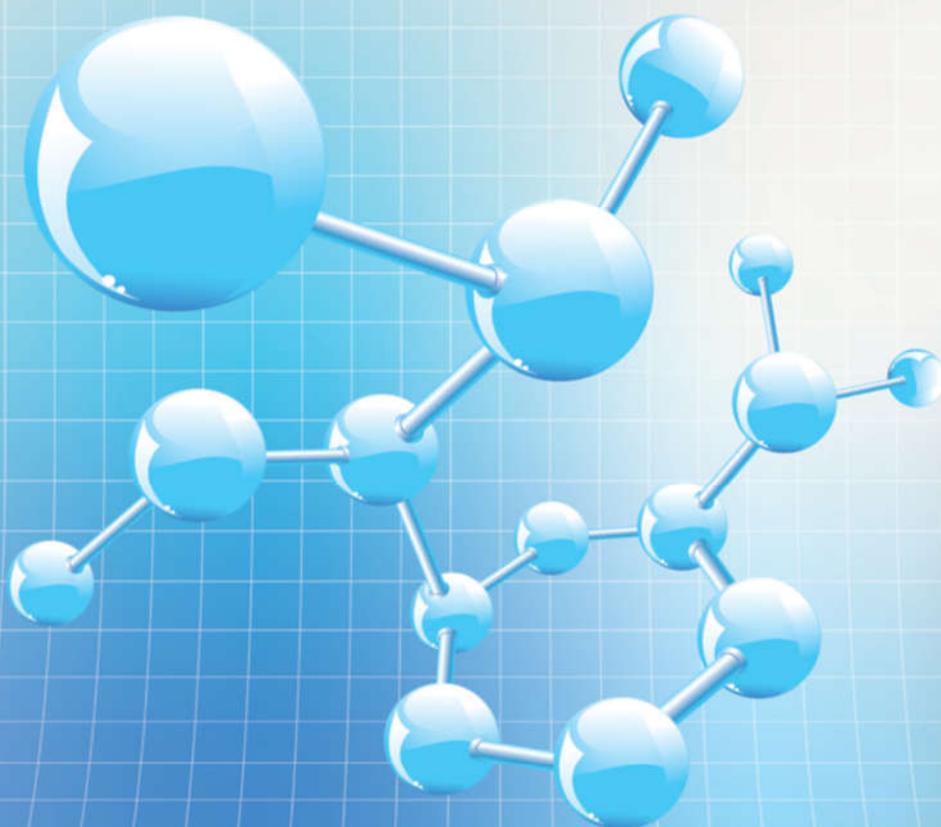
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY

P. ISSN 1859-4190

E. ISSN 2815-553X



Số 3 (82)

2023

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X

■ **Tổng Biên tập**

TS. Đỗ Văn Đình

■ **Phó Tổng biên tập**

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyễn

■ **Thư ký Tòa soạn**

TS. Ngô Hữu Mạnh

■ **Hội đồng Biên tập**

NGND.TS. Đình Văn Nhung - Chủ tịch Hội đồng

GS.TS. Phạm Thị Ngọc Yến

PGS.TSKH. Trần Hoài Linh

PGS.TS. Nguyễn Quốc Cường

PGS.TS. Nguyễn Văn Liên

GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn

GS.TSKH. Bành Tiến Long

GS.TS. Trần Văn Địch

GS.TS. Phạm Minh Tuấn

PGS.TS. Nguyễn Doãn Ý

GS.TS. Đình Văn Sơn

PGS.TS. Trần Thị Hà

PGS.TS. Trương Thị Thủy

TS. Vũ Quang Thập

PGS.TS. Nguyễn Thị Bất

GS.TS. Đỗ Quang Kháng

TS. Bùi Văn Ngọc

PGS.TS. Ngô Sỹ Lương

PGS.TS. Khuất Văn Ninh

GS.TSKH. Phạm Hoàng Hải

PGS.TS. Đoàn Ngọc Hải

PGS.TS. Nguyễn Ngọc Hà

GS.TS. Yu Ming Zhang

TS. Nguyễn Văn Anh

■ **Ban Biên tập**

ThS. Đoàn Thị Thu Hằng - Trưởng ban

ThS. Đào Thị Vân

■ **Editor-in-Chief**

Dr. Do Van Dinh

■ **Vice Editor-in-Chief**

Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen

■ **Office Secretary**

Dr. Ngo Huu Manh

■ **Editorial Board**

People's Teacher, Dr. Dinh Van Nhung - Chairman

Prof.Dr. Pham Thi Ngoc Yen

Assoc.Prof.Dr.Sc. Tran Hoai Linh

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Quoc Cuong

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Van Lien

Prof.Dr.Sc. Than Ngoc Hoan

Prof.Dr.Sc. Bành Tiến Long

Prof.Dr. Tran Van Dich

Prof.Dr. Pham Minh Tuan

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Doan Y

Prof.Dr. Dinh Van Son

Assoc.Prof.Dr. Tran Thi Ha

Assoc.Prof.Dr. Trương Thị Thủy

Dr. Vu Quang Thap

Assoc.Prof.Dr. Nguyễn Thị Bất

Prof.Dr. Do Quang Khang

Dr. Bui Van Ngoc

Assoc.Prof.Dr. Ngô Sỹ Lương

Assoc.Prof.Dr. Khuat Van Ninh

Prof.Dr.Sc. Phạm Hoàng Hải

Assoc.Prof.Dr. Đoàn Ngọc Hai

Assoc.Prof.Dr. Nguyễn Ngọc Hà

Prof.Dr. Yu Ming Zhang

Dr. Nguyễn Văn Anh

■ **Editorial**

MSc. Doan Thi Thu Hang - Head

MSc. Dao Thi Van

Địa chỉ Tòa soạn:

Trường Đại học Sao Đỏ.

Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/> Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn.

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.
In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.

LIÊN NGÀNH ĐIỆN - ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA

Thiết kế bộ điều khiển bền vững thích nghi trên cơ sở mạng neuron hướng tâm cho robot tìm và làm sạch bản	5	Vũ Thị Yến Nguyễn Thị Sim Dương Thị Hoa
Ăng-ten phân cực kép cho các điểm truy cập vô tuyến 5G trong nhà	12	Lê Thị Cẩm Hà Lương Quang Năng Phạm Hồng Thịnh Nguyễn Trọng Các
Ứng dụng mạng tích chập cho nhận diện biển báo giao thông	17	Nguyễn Thế Trung Đặng Thành Trung Phạm Thị Hường Phạm Văn Kiên

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ nước, thời gian giặt và tốc độ vắt đến độ co của vải kaki thun vân chéo 2/1	23	Đỗ Thị Tần Nguyễn Quang Thoại
Phân tích sức bền giới hạn kết cấu tàu dưới tác dụng của tải trọng tổng thể và tải trọng cục bộ	29	Vũ Văn Tấn Nguyễn Thị Hồng Nhung Nguyễn Hữu Chấn Phạm Ngọc Linh
Nghiên cứu, thiết kế và tối ưu hóa cấu trúc kết cấu cơ khí trên thiết bị sấy lồng quay của dây chuyền xử lý rác thải	34	Mạc Văn Giang
Nghiên cứu sự ảnh hưởng của mặt đường đến quỹ đạo quay vòng của xe ô tô tải	42	Đào Đức Thụ Nguyễn Đình Cường Phạm Văn Trọng Vũ Văn Chương Liu Qi-yue

NGÀNH TOÁN HỌC

Bất đẳng thức tích chập của phép biến đổi Fourier cosine và Laplace với hàm trọng	46	Nguyễn Kiều Hiền
---	----	------------------

NGÀNH KINH TẾ

Đẩy mạnh ứng dụng công nghệ chuỗi khối (Blockchain) trong lĩnh vực kế toán - kiểm toán tại Việt Nam	51	Nguyễn Thị Quỳnh
Xu hướng chuyển dịch nguồn nhân lực phục vụ phát triển nông nghiệp bền vững ở Hải Dương hiện nay - những vấn đề đặt ra	57	Vũ Văn Đông

NGÀNH KINH TẾ

Chuyển đổi số - những thách thức và cơ hội cho sự phát triển du lịch Việt Nam 63 Nguyễn Thị Thảo
Trần Thị Mai Hương

LIÊN NGÀNH HÓA HỌC - CÔNG NGHỆ THỰC PHẨM

Nghiên cứu khả năng hấp phụ xanh methylen trong nước của vật liệu chế tạo từ đất sét Trúc Thôn và tro trấu 68 Vũ Hoàng Phương

LIÊN NGÀNH KHOA HỌC TRÁI ĐẤT - MỎ

Đẩy mạnh phát triển du lịch sinh thái nhằm hạn chế và ứng phó với biến đổi khí hậu 73 Nguyễn Thị Thảo
Trần Thị Mai Hương
Tăng Thị Hồng Minh

Xây dựng các sản phẩm du lịch đặc thù của tỉnh Hải Dương hiện nay 80 Nguyễn Đăng Tiến

LIÊN NGÀNH VĂN HÓA - NGHỆ THUẬT - THỂ DỤC THỂ THAO

Phát triển hoạt động tổ chức Teambuilding cho sinh viên du lịch Trường Đại học Sao Đỏ 87 Nguyễn Thị Sao
Nguyễn Thị Hương Huyền
Nguyễn Thị Xuyên

Xây dựng môi trường văn hóa ở tỉnh Hải Dương hiện nay 93 Trần Hoàng Yến
Đặng Thị Thanh

LIÊN NGÀNH TRIẾT HỌC - XÃ HỘI HỌC - CHÍNH TRỊ HỌC

Đạo đức Phật giáo và ảnh hưởng của đạo đức đó với xã hội Việt Nam hiện nay 100 Vũ Văn Đông
Vũ Văn Chương
Hà Đình Soát

Phát huy năng lực tự học của sinh viên trong dạy học Triết học Mác - Lênin 108 Nguyễn Thị Nhan
Vũ Văn Chương

Đổi mới phương pháp giảng dạy học phần Lịch sử Đảng Cộng sản Việt Nam gắn với giá trị cốt lõi của Trường Đại học Sao Đỏ 113 Đặng Thị Dung

Phát huy giá trị đạo đức truyền thống trong việc xây dựng đạo đức mới cho phụ nữ hiện nay 120 Trần Thị Hồng Nhung

TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION

- | | | |
|---|----|--|
| Design of the robust adaptive controller based RBF neural network for cleaning and detecting robot manipulators | 5 | Vu Thi Yen
Nguyen Thi Sim
Duong Thi Hoa |
| Dual polarized antenna for 5G indoor access points | 12 | Le Thi Cam Ha
Luong Quang Nang
Pham Hong Thinh
Nguyen Trong Cac |
| Traffic sign recognition using convolutional network | 17 | Nguyen The Trung
Dang Thanh Trung
Pham Thi Huong
Pham Van Kien |

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

- | | | |
|--|----|---|
| Study on the effect of water temperature, washing time and spin speed on shrinkage of 2/1 twill weave khaki fabric | 23 | Do Thi Tan
Nguyen Quang Thoai |
| Ultimate strength analysis of ship structures under combined global and local load | 29 | Vu Van Tan
Nguyen Thi Hong Nhung
Nguyen Huu Chan
Pham Ngoc Linh |
| Study, design and optimize the mechanical structure on the rotary drum dryer of the waste treatment line | 34 | Mac Van Giang |
| Studying the influence of road surface on the turning trajectory of trucks | 42 | Dao Duc Thu
Nguyen Dinh Cuong
Pham Van Trong
Vu Van Chuong
Liu Qi-yue |

TITLE FOR MATHEMATICS

- | | | |
|---|----|------------------|
| Convolution inequalities of the Fourier cosine transform and the Laplace with a weight function | 46 | Nguyen Kieu Hien |
|---|----|------------------|

NGÀNH KINH TẾ

- | | | |
|--|----|---------------------------------------|
| Promoting the application of Blockchain technology (Blockchain) in the field of accounting and auditing in Viet Nam | 51 | Nguyen Thi Quynh |
| The current trend of shifting human resources to serve sustainable agricultural development in Hai Duong - issues raised | 57 | Vu Van Dong |
| Digital transformation - challenges and opportunities for Vietnam's tourism development | 63 | Nguyen Thi Thao
Tran Thi Mai Huong |

TITLE FOR CHEMISTRY AND FOOD TECHNOLOGY

Study on capacity adsorption of methylene blue ion in water of materials prepared from Truc Thon clay and rice husk ash 68 Vu Hoang Phuong

TITLE FOR EARTH SCIENCE - MINING

Promote development of ecotourism to reduce and cope with climate change 73 Nguyen Thi Thao
Tran Thi Mai Huong
Tang Thi Hong Minh

Build up the specific tourism products of Hai Duong province 80 Nguyen Dang Tien

TITLE FOR CULTURE - ART - SPORTS

Developing teambuilding activities for tourism students at Sao Do University 87 Nguyen Thi Sao
Nguyen Thi Huong Huyen
Nguyen Thi Xuyen

Building a cultural environment in Hai Duong province today 93 Tran Hoang Yen
Dang Thi Thanh

TITLE FOR PHILOSOPHY - SOCIOLOGY - POLITICAL SCIENCE

Buddhist ethics and its influence on Vietnamese society today 100 Vu Van Dong
Vu Van Chuong
Ha Dinh Soat

Promoting students' self-study capacity in teaching Marxist-Leninist philosophy 108 Nguyen Thi Nhan
Vu Van Chuong

Innovating teaching methods for the History of the Communist Party of Vietnam course in association with the core values of Sao Do University 113 Dang Thi Dung

Promoting traditional moral values in building a new morality for today's women 120 Tran Thi Hong Nhung

Bất đẳng thức tích chập của phép biến đổi Fourier cosine và Laplace với hàm trọng

Convolution inequalities of the Fourier cosine transform and the Laplace with a weight function

Nguyễn Kiều Hiên

Tác giả liên hệ: nguyengkieuhiên@gmail.com

Trường Đại học Sao Đỏ

Ngày nhận bài: 06/8/2023

Ngày nhận bài sửa sau phân biên: 30/9/2023

Ngày chấp nhận đăng: 02/10/2023

Tóm tắt

Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu bất đẳng thức tích chập suy rộng liên quan đến phép biến đổi Fourier cosine và phép biến đổi Laplace với hàm trọng, đẳng thức nhân tử hóa có chứa hai phép biến đổi tích phân khác nhau. Thiết lập được các đẳng thức nhân tử hóa, đẳng thức kiểu Parseval và đánh giá chuẩn tích chập của phép biến đổi Fourier cosine và Laplace với hàm trọng, sử dụng trong đánh giá nghiệm của phương trình vi - tích phân trong bài toán phân giải tín hiệu xử lý thông tin.

Từ khóa: Biến đổi Fourier; biến đổi Laplace; đẳng thức Parseval; tích chập suy rộng.

Abstract:

In this paper, we research generalized convolution inequalities related to the Fourier cosine transform and the Laplace transform with a weight function, the factorization equality contains two different integral transforms. Establish the factorization equalities, Parseval type equalities and convolution standard evaluation of the Fourier cosine transforms and Laplace with a weight function, used in evaluating solutions of differential - integral equations in solving problems information handling.

Keywords: Fourier transform; Laplace transform; Parseval equality; generalized convolution.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Năm 1951, Sneddon I.N. xây dựng được một tích chập mà trong đẳng thức nhân tử hóa có chứa hai phép biến đổi tích phân khác nhau tham gia. Đó là tích chập suy rộng đối với hai phép biến đổi Fourier cosine và Laplace. Các phép biến đổi tích phân kiểu tích chập suy rộng Fourier cosine và Laplace với hàm trọng vẫn chưa được nghiên cứu nhiều. Việc nghiên cứu các tích chập với hàm trọng đã mở ra triển vọng phát triển thêm hướng nghiên cứu về lý thuyết tích chập. Năm 1967 Kakichev V.A. đưa ra định nghĩa tích chập với hàm trọng của hai hàm đối với một phép biến đổi tích phân dựa trên đẳng thức nhân tử hóa. Với kỹ thuật đó mà nhiều tích chập có hàm trọng được tìm ra, tiêu biểu tích chập với hàm trọng $\gamma(y) = \sin y$. Việc nghiên cứu các tích chập và các phép biến đổi tích phân có ý nghĩa quan trọng trong nhiều lĩnh vực khoa học và kỹ thuật. Nhờ đó, các phép toán Giải tích phức tạp được đơn giản hóa thành phép tính Đại số. Vì vậy, nó đặc biệt hữu ích trong việc giải các bài toán trong lý thuyết mạch, bài toán xử lý hình ảnh và xử lý tín hiệu truyền thông.

Trong bài báo này, chúng tôi xây dựng một số tích chập suy rộng liên quan đến phép biến đổi tích phân Fourier cosine và Laplace với hàm trọng. Nghiên cứu các tính chất toán tử của các tích chập suy rộng với hàm trọng, sử dụng để đánh giá nghiệm của phương trình vi-tích phân trong bài toán phân giải tín hiệu xử lý thông tin.

2. TÍCH CHẬP SUY RỘNG

Trong bài báo này, chúng tôi sử dụng các không gian hàm sau đây:

$$\mathbb{R}_+ = \{x \in \mathbb{R}, x > 0\}.$$

Cho $L_p(\mathbb{R}_+)$, $1 \leq p < \infty$ là không gian các hàm số f xác định trên \mathbb{R}_+ sao cho:

$$\int_0^{\infty} |f(x)|^p dx < +\infty$$

Trong đó, chuẩn của hàm f được ký hiệu và xác định bởi

$$\|f\|_{L_p(\mathbb{R}_+)} = \left(\int_0^{\infty} |f(x)|^p dx \right)^{1/p}$$

Cho $L_p(\mathbb{R}_+, \rho)$, $\rho > 0, 1 \leq p < \infty$ là không gian các hàm số f xác định trên \mathbb{R}_+ sao cho:

$$\int_0^{\infty} |f(x)|^p \rho(x) dx < +\infty$$

Người phân biên: 1. PGS.TS. Khuất Văn Ninh
2. TS. Nguyễn Viết Tuấn

trong đó chuẩn của hàm f được ký hiệu và xác định bởi

$$\|f\|_{L_p(\mathbb{R}_+, \rho)} = \left(\int_0^\infty |f(x)|^p \rho(x) dx \right)^{1/p}$$

Đặc biệt, khi $\rho(x) = x^\alpha e^{-\beta x}$ thì ta nhận được không gian hàm hai tham số α, β và ký hiệu $L_p^{\alpha, \beta}(\mathbb{R}_+)$.

Cho $L_\infty(\mathbb{R}_+)$ là không gian các hàm số f xác định trên \mathbb{R}_+ sao cho:

$$\sup_{x \in \mathbb{R}_+} |f(x)| < +\infty$$

Trong đó chuẩn của hàm f được ký hiệu và xác định bởi

$$\|f\|_{L_\infty(\mathbb{R}_+)} = \sup_{x \in \mathbb{R}_+} |f(x)|$$

Cho $C_0(\mathbb{R}_+)$ là không gian các hàm số liên tục trên \mathbb{R}_+ và triệt tiêu ở ∞ .

$$H(\mathbb{R}_+) = \{f(x) : (Lf)(y) \in L_2(\mathbb{R}_+)\}$$

L là phép biến đổi Laplace

$$(Lf)(y) = \int_0^\infty f(x) e^{-yx} dx, \operatorname{Re} y > 0$$

F_c là phép biến đổi Fourier cosine

$$(F_c f)(y) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^\infty f(x) \cos xy dx, y > 0$$

Sau đây, ta đưa ra khái niệm tích chập của hai hàm khả tích trên \mathbb{R} nhằm xác định quy tắc lấy tích chập giữa chúng.

Định nghĩa 1 ([1]). Cho f, k là các hàm khả tích địa phương trên \mathbb{R} . Nếu tích phân $\int_{\mathbb{R}} f(x-y)k(y)dy$ xác định với hầu hết $x \in \mathbb{R}$ (nghĩa là tập các giá trị $x \in \mathbb{R}$ để tích phân trên không tồn tại là tập có độ đo không) và hàm khả tích địa phương trên \mathbb{R} biến x thành $\int_{\mathbb{R}} f(x-y)k(y)dy$ được gọi là tích chập của hàm f và hàm k , ký hiệu là $f * k$. Như vậy:

$$(f * k)(x) = \int_{\mathbb{R}} f(x-y)k(y)dy = \int_{\mathbb{R}} f(y)k(x-y)dy.$$

Ta gọi $f * k$ là tích chập của hàm f và k .

Tiếp theo, ta đưa ra khái niệm tích chập suy rộng với hai phép biến đổi tích phân Fourier cosine và Laplace.

Định nghĩa 2 ([2]). Tích chập suy rộng của hai hàm f và k đối với hai phép biến đổi tích phân Fourier cosine và Laplace được định nghĩa như sau:

$$(f * k)(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \int_0^\infty \theta(x, u, v) f(u) k(v) dudv \quad (1)$$

trong đó

$$\theta(x, u, v) = \frac{v}{v^2 + (x-u)^2} + \frac{v}{v^2 + (x+u)^2}, x > 0 \quad (2)$$

Ta gọi A_c là không gian ảnh của $L_1(\mathbb{R}_+)$ thông qua phép biến đổi Fourier cosine F_c . Với chuẩn

$$\|f\|_{A_c} = \|F_c f\|_{L_1(\mathbb{R}_+)}$$

thì không gian đó là một đại số Bannach, nghĩa là nếu $f(x)k(x) \in A_c$ thì

$$f(x)k(x) \in A_c$$

và thỏa mãn

$$\|f k\|_{A_c} \leq \|f\|_{A_c} \|k\|_{A_c}$$

Tiếp theo, ta đưa ra khái niệm phép biến đổi tích phân liên quan đến tích chập suy rộng Fourier cosine - Laplace xác định bởi (1).

Định nghĩa 3 ([6]). Phép biến đổi tích phân kiểu tích chập suy rộng Fourier cosine - Laplace T_k . Phép biến đổi tích phân được xác định có dạng như sau:

$$f(x) \mapsto g(x) = (T_k f)(x) = \left(1 - \frac{d^2}{dx^2} \right) (f * k)(x), x > 0 \quad (3)$$

Trong đó k là nhân của phép biến đổi.

Tiếp theo, ta đưa ra khái niệm các tích chập suy rộng với hàm trọng $\gamma(y) = -\sin y$ và $\gamma(y) = -e^{-\gamma y} \sin y$ đối với phép biến đổi tích phân Fourier cosine - Laplace.

Định nghĩa 4 ([7]). Tích chập suy rộng với hàm trọng $\gamma(y) = -\sin y$ của hai hàm $f(x)$ và $k(x)$ đối với phép biến đổi tích phân Fourier cosine - Laplace được định nghĩa như sau:

$$(f \overset{\gamma}{*} k)(x) = \frac{1}{2\pi} \int_0^\infty \int_0^\infty [\theta_2(x-1, u, v) - \theta_2(x+1, u, v)] f(u) k(v) dudv \quad (4)$$

Với $\theta_2(x, u, v)$ được xác định bởi (2).

Định nghĩa 5 ([7]). Tích chập suy rộng với hàm trọng $\gamma(y) = -e^{-\gamma y} \sin y$ ($\gamma > 0$) của hai hàm $f(x)$ và $k(x)$ đối với phép biến đổi tích phân Fourier cosine - Laplace được định nghĩa như sau:

$$(f \overset{\gamma}{*} k)(x) = \frac{1}{2\pi} \int_0^\infty \int_0^\infty [\theta_2(x-1, u, v + \gamma) - \theta_2(x+1, u, v + \gamma)] f(u) k(v) dudv \quad (5)$$

Với $\theta_2(x, u, v)$ được xác định bởi (2).

Định lý sau đây cho ta đánh giá chuẩn của tích chập Fourier trong không gian hàm $L_r(\mathbb{R})$.

Định lý 1 ([3]). Cho hàm $f \in L_p(\mathbb{R}_+)$, $k \in L_q(\mathbb{R}_+)$

trong đó $1 \leq p, q \leq \infty$, $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} \geq 1$. Thì tích chập

$f * k \in L_r(\mathbb{R}_+)$, ở đây $\frac{1}{r} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q} - 1$. Đồng thời, ta có đánh giá.

$$\|f * k\|_r \leq \|f\|_p \|k\|_q \quad (6)$$

Định lý sau đây cho ta sự tồn tại đẳng thức nhân tử hóa của tích chập trong không gian $L_2(\mathbb{R}_+)$.

Định lý 2 ([1]). Giả sử các hàm $f(x)$ và $k(x)$ thuộc không gian $L_2(\mathbb{R}_+)$. Khi đó, ta có $(f * k)(x) \in A_c$ và thỏa mãn đẳng thức kiểu Parseval.

$$(f * k)(x) = F_c[(F_c f)(y)(Lk)(y)](x), \forall x > 0 \quad (7)$$

Hơn nữa, ta cũng nhận được đẳng thức nhân tử hóa

$$F(f * k)(x) = (F_c f)(y)(Lk)(y), \forall y > 0 \quad (8)$$

Để nghiên cứu tích chập $\left(f * k\right)$ trong một số không gian hàm cụ thể ta xét các định lý sau.

Định lý 3 ([1]). Giả sử $f(x) \in L_2(\mathbb{R}_+)$ và $k(x) \in H(\mathbb{R}_+)$. Khi đó, tích chập suy rộng $\left(f * k\right)(x)$ thuộc $L_2(\mathbb{R}_+)$ thỏa mãn đẳng thức kiểu Parseval.

$$\left(f * k\right)(x) = F_c[-\sin y(F_s f)(Lk)](x), \forall x > 0 \quad (9)$$

và đẳng thức nhân tử hóa sau:

$$F_c\left(f * k\right)(y) = -\sin y(F_s f)(y)(Lk)(y), \forall y > 0$$

Định lý 4 ([1]). Giả sử $f(x)$ và $k(x)$ là hai hàm thuộc không gian $L_1(\mathbb{R}_+)$. Khi đó, tích chập suy rộng $\left(f * k\right)(x)$ thuộc không gian $L_1(\mathbb{R}_+)$ và ta có bất đẳng thức chuẩn.

$$\left\|\left(f * k\right)\right\|_{L_r^{\alpha, \beta}\left(\mathbb{R}_+\right)} \leq C\|f\|_{L_p\left(\mathbb{R}_+\right)}\|k\|_{L_1\left(\mathbb{R}_+\right)} \quad (11)$$

Hơn nữa, tích chập suy rộng $\left(f * k\right)(x)$ cũng thuộc $C_0(\mathbb{R}_+)$, thỏa mãn đẳng thức nhân tử hóa.

$$F_c\left(f * k\right)(y) = -e^{-\gamma y} \sin y(F_s f)(y)(Lk)(y), \forall y > 0 \quad (12)$$

và đẳng thức kiểu Parseval.

$$\left(f * k\right)(x) = F_c\left[-e^{-\gamma y} \sin y(F_s f)(y)(Lk)(y)\right](x), \forall x > 0 \quad (13)$$

Định lý 5 ([5]). Giả sử rằng $p > 1, r \geq 1, 0 < \beta \leq 1$, các hàm $f(x) \in L_p(\mathbb{R}_+)$ và $k(x) \in L_1(\mathbb{R}_+)$. Khi đó tích chập suy rộng $\left(f * k\right)(x)$ tồn tại, liên tục và bị chặn trong $L_r^{\alpha, \beta}(\mathbb{R}_+)$. Hơn nữa, tích chập này thỏa mãn bất đẳng thức chuẩn.

$$\left\|\left(f * k\right)\right\|_{L_r^{\alpha, \beta}\left(\mathbb{R}_+\right)} \leq C\|f\|_{L_p\left(\mathbb{R}_+\right)}\|k\|_{L_1\left(\mathbb{R}_+\right)} \quad (14)$$

Ở đó $C = \left(\frac{2}{\pi \gamma}\right)^{1/p} \cdot \beta^{-\frac{\alpha+1}{r}} \cdot \Gamma^{1/r}(\alpha+1)$ với Γ là hàm Gamma.

Ngoài ra, nếu $f(x) \in L_1(\mathbb{R}_+) \cap L_p(\mathbb{R}_+)$ thì tích chập suy rộng $\left(f * k\right)(x)$ thuộc $C_0(\mathbb{R}_+)$, thỏa mãn (12) và (13).

Định lý 6 ([5]). Cho $\alpha > -1, 0 < \beta \leq 1, p > 1, q > 1, r \geq 1$ thỏa mãn $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$. Khi đó, nếu các hàm

$f(x) \in L_p(\mathbb{R}_+)$ và $k(x) \in L_q(\mathbb{R}_+, e^{(q-1)x})$ thì tích chập $\left(f * k\right)(x)$ tồn tại, liên tục và bị chặn trong

$L_r^{\alpha, \beta}(\mathbb{R}_+)$. Hơn nữa, ta có bất đẳng thức chuẩn.

$$\left\|\left(f * k\right)\right\|_{L_r^{\alpha, \beta}\left(\mathbb{R}_+\right)} \leq C\|f\|_{L_p\left(\mathbb{R}_+\right)}\|k\|_{L_q\left(\mathbb{R}_+, e^{(q-1)x}\right)} \quad (15)$$

Trong đó $C = \left(\frac{1}{\pi \gamma}\right)^{1/q} \cdot \beta^{-\frac{\alpha+1}{r}} \cdot \Gamma^{1/r}(\alpha+1)$.

Ngoài ra, nếu $f(x) \in L_1(\mathbb{R}_+) \cap L_p(\mathbb{R}_+)$ và $k(x) \in L_1(\mathbb{R}_+) \cap L_q(\mathbb{R}_+, e^{(q-1)x})$ thì tích chập $\left(f * k\right)(x)$ cũng thuộc $C_0(\mathbb{R}_+)$ thỏa mãn đẳng thức nhân tử hóa (12) và đẳng thức kiểu Parseval (13).

Định lý 7 ([2]). Giả sử các hàm $f(x) \in L_2(\mathbb{R}_+)$ và $k(x) \in L_1(\mathbb{R}_+)$. Khi đó tích chập $(f * k)(x)$ tồn tại, thuộc $L_r^{\alpha, \beta}(\mathbb{R}_+)$ ($r \geq 1, \beta \geq 0, \alpha > -1$) và ta có bất đẳng thức chuẩn.

$$\left\|(f * k)\right\|_{L_r^{\alpha, \beta}\left(\mathbb{R}_+\right)} \leq \frac{2}{\pi \gamma} \cdot \beta^{-\frac{\alpha+1}{r}} \cdot \Gamma^{1/r}(\alpha+1)\|f\|_{L_1\left(\mathbb{R}_+\right)}\|k\|_{L_1\left(\mathbb{R}_+\right)} \quad (16)$$

Định lý 8 ([4]) (Định lý Young). Giả sử $p, q, r > 1$ thỏa mãn điều kiện $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} + \frac{1}{r} = 2$ và $f(x) \in L_p(\mathbb{R}), k(x) \in L_q(\mathbb{R})$

$h(x) \in L_r(\mathbb{R})$. Khi đó, ta có đánh giá.

$$\left| \int_{-\infty}^{\infty} (f * k)(x) \cdot h(x) dx \right| \leq \|f\|_{L_p(\mathbb{R})} \|k\|_{L_q(\mathbb{R})} \|h\|_{L_r(\mathbb{R})} \quad (17)$$

Nếu các hàm $f(x)$ và $k(x)$ thuộc không gian $L_1(\mathbb{R}_+)$ thì tích chập $(f * k)(x)$ tồn tại, thuộc $L_r^{\alpha, \beta}(\mathbb{R}_+)$, ($r \geq 1, \beta \geq 0, \alpha > -1$) và ta có bất đẳng thức chuẩn.

$$\|(f * k)\|_{L_r^{\alpha, \beta}(\mathbb{R}_+)} \leq \frac{2}{\pi \gamma} \cdot \beta^{-\frac{\alpha+1}{r}} \cdot \Gamma^{1/r}(\alpha+1) \|f\|_{L_1(\mathbb{R}_+)} \|k\|_{L_1(\mathbb{R}_+)} \quad (18)$$

Một hệ quả quan trọng nhận được từ định lý này là bất đẳng thức Young đối với tích chập Fourier. Tuy nhiên, như ta đã biết các bất đẳng thức không còn đúng trong trường hợp $f, k \in L_2(\mathbb{R})$. Saitoh đã khắc phục hạn chế đó bằng cách xét không gian hàm $L_p(\mathbb{R}, \rho)$ và nhận được bất đẳng thức đối với tích chập Fourier cho bởi định lý sau.

Định lý 9 ([6]). Với các hàm không triệt tiêu $\rho_j (j = 1, 2)$

ta có bất đẳng thức trong không gian $L_p(\mathbb{R}) (p > 1)$ đối với tích chập Fourier.

$$\left\| \left((F_1 \rho_1)_F * (F_2 \rho_2) \right) (\rho_1 * \rho_2)^{\frac{1}{p}-1} \right\|_{L_p(\mathbb{R})} \leq \|F_1\|_{L_p(\mathbb{R}, |\rho_1|)} \|F_2\|_{L_p(\mathbb{R}, |\rho_2|)} \quad (19)$$

thỏa mãn với mọi $F_j \in L_p(\mathbb{R}, |\rho_j|)$.

Trong các bài toán ứng dụng, ta thường xét trường hợp $\rho_2(x) = 1, F_2(x) = G(x)$ trong đó $G(x-y)$ là hàm Green nào đó. Khi đó, nếu $\rho \in L_1(\mathbb{R}_+), G \in L_p(\mathbb{R})$ và $F \in L_p(\mathbb{R}, |\rho|)$, bất đẳng thức (19) trở thành.

$$\|(F \rho)_F * G\|_{L_p(\mathbb{R})} \leq \|\rho\|_{L_1(\mathbb{R}_+)}^{1-\frac{1}{p}} \|G\|_{L_p(\mathbb{R})} \|F\|_{L_p(\mathbb{R}, |\rho|)} \quad (20)$$

và $\int_{-\infty}^{\infty} F(y) \rho(y) G(x-y) dy$ dựa vào thông số hàm đầu vào F trong các bài toán ứng dụng.

3. TÍCH CHẬP SUY RỘNG FOURIER COSINE - LAPLACE VỚI HÀM TRỌNG

Ta chứng minh sự tồn tại của tích chập suy rộng liên quan đến phép biến đổi Fourier cosine - Laplace với hàm trọng và đánh giá bất đẳng thức chuẩn trong

không gian $L_p(\mathbb{R}_+)$ và $L_p(\mathbb{R}_+)$ qua định lý sau.

Định lý 10. Cho $p, q, r > 1, \frac{1}{p} + \frac{1}{q} + \frac{1}{r} = 2$ và giả sử

$f(x) \in L_p(\mathbb{R}_+), h(x) \in L_r(\mathbb{R}_+), k(x) \in L_q(\mathbb{R}_+, (x+\gamma)^{q-1}), (\gamma > 0)$. Khi đó, tích chập suy rộng $(f * k)(x)$ thỏa mãn.

$$\left| \int_0^{\infty} (f * k)(x) \cdot h(x) dx \right| \leq \gamma^{\frac{1-q}{q}} \|f\|_{L_p(\mathbb{R}_+)} \|k\|_{L_q(\mathbb{R}_+, (x+\gamma)^{q-1})} \|h\|_{L_r(\mathbb{R}_+)} \quad (21)$$

Chứng minh. Trước hết, ta có đánh giá:

$$\int_0^{\infty} \frac{|\theta_1(x, u, v + \gamma)| dv}{v + \gamma} \leq 2 \int_0^{\infty} \frac{dv}{(v + \gamma)^2} \leq 2 \int_0^{\infty} \frac{dv}{v^2 + \gamma^2} = \frac{\pi}{\gamma} \quad (22)$$

Giả sử p_1, q_1, r_1 tương ứng là các liên hợp mũ của p, q, r , nghĩa là:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p_1} = 1, \frac{1}{q} + \frac{1}{q_1} = 1, \frac{1}{r} + \frac{1}{r_1} = 1$$

Khi đó $\frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} + \frac{1}{r_1} = 1$. Đặt

$$U(x, u, v) = |g(v)|^{p_1} |v + \gamma|^{\frac{q-1}{p_1}} |h(x)|^{p_1} |\theta_1(x, u, v + \gamma)|^{\frac{1}{p_1}}$$

$$V(x, u, v) = |f(u)|^{q_1} |h(x)|^{r_1} \left| \frac{\theta_1(x, u, v + \gamma)}{v + \gamma} \right|^{\frac{1}{q_1}}$$

$$W(x, u, v) = |f(u)|^{p_1} |k(v)|^{q_1} |v + \gamma|^{\frac{q-1}{q_1}} |\theta_1(x, u, v + \gamma)|^{\frac{1}{q_1}}$$

Ta có:

$$(U \cdot V \cdot W)(x, u, v) = |f(u)| |k(v)| |h(x)| |\theta_1(x, u, v + \gamma)| \quad (23)$$

Mặt khác, sử dụng (5) ta thu được.

$$\|U\|_{L_{p_1}(\mathbb{R}_+^3)}^{p_1} = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} |k(v)|^{q_1} |v + \gamma|^{q-1} \cdot |h(x)|^{r_1} |\theta_1(x, u, v + \gamma)|^{p_1} dudvdx \leq \pi \int_0^{\infty} |k(v)|^{q_1} |v + \gamma|^{q-1} dv \int_0^{\infty} |h(x)|^{r_1} dx = \pi \|k\|_{L_q(\mathbb{R}_+, (x+\gamma)^{q-1})}^{q_1} \|h\|_{L_r(\mathbb{R}_+)}^{r_1}, \quad (24)$$

$$\begin{aligned} \|W\|_{L_1(\mathbb{R}_+^3)}^{r_1} &= \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty |f(u)|^p |k(v)|^q |v+\gamma|^{q-1} \\ &\quad \cdot |\theta_1(x, u, v+\gamma)| dudvdx \\ &\leq \pi \|f\|_{L_p(\mathbb{R}_+)}^p \|k\|_{L_q(\mathbb{R}_+, (x+\gamma)^{q-1})}^q \end{aligned} \quad (25)$$

Sử dụng đánh giá (22), ta có:

$$\begin{aligned} \|V\|_{L_q(\mathbb{R}_+^3)}^{q_1} &= \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty |f(u)|^p |h(x)|^r \cdot \\ &\quad \cdot \left| \frac{\theta_1(x, u, v+\gamma)}{v+\gamma} \right| dudvdx \leq \frac{\pi}{\gamma} \|f\|_{L_p(\mathbb{R}_+)}^p \|h\|_{L_r(\mathbb{R}_+)}^r \end{aligned}$$

Từ (23), (24) và (25), ta nhận được.

$$\begin{aligned} \|U\|_{L_1(\mathbb{R}_+^3)} \|V\|_{L_{q_1}(\mathbb{R}_+^3)} \|W\|_{L_1(\mathbb{R}_+^3)} &\leq \pi \gamma^{-1/q_1} \cdot \\ \cdot \|f\|_{L_p(\mathbb{R}_+)} \|k\|_{L_q(\mathbb{R}_+, (x+\gamma)^{q-1})} \|h\|_{L_r(\mathbb{R}_+)} \end{aligned} \quad (26)$$

Từ (23) và (26) và sử dụng bất đẳng thức Hölder cho ba hàm, ta có:

$$\begin{aligned} \left| \int_0^\infty \left(f^{\gamma} * k \right) (x) h(x) dx \right| &\leq \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty |f(u)| \cdot \\ &\quad \cdot |k(v)| |h(x)| |\theta_1(x, u, v+\gamma)| dudvdx \\ &= \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty U(x, u, v) V(x, u, v) W(x, u, v) \cdot \\ &\quad \cdot dudvdx \\ &\leq \frac{1}{\pi} \|U\|_{L_1(\mathbb{R}_+^3)} \|V\|_{L_{q_1}(\mathbb{R}_+^3)} \|W\|_{L_1(\mathbb{R}_+^3)} \\ &\leq \gamma^{-1/q_1} \|f\|_{L_p(\mathbb{R}_+)} \|k\|_{L_q(\mathbb{R}_+, (x+\gamma)^{q-1})} \|h\|_{L_r(\mathbb{R}_+)} \\ &= \gamma^{\frac{1-q}{q}} \|f\|_{L_p(\mathbb{R}_+)} \|k\|_{L_q(\mathbb{R}_+, (x+\gamma)^{q-1})} \|h\|_{L_r(\mathbb{R}_+)} \end{aligned}$$

Định lý đã được chứng minh.

Hệ quả 1. Giả sử $\alpha > -1, 0 < \beta \leq 1, p > 1, q > 1, r \geq 1$ thỏa mãn $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$. Nếu $f(x) \in L_p(\mathbb{R}_+)$ và $k(x) \in L_q(\mathbb{R}_+$

$(1+x^2)^{q-1})$, thì tích chập suy rộng $\left(f^{\gamma} * k \right) (x)$ tồn tại,

liên tục, bị chặn trong không gian $L_r^{\alpha, \beta}(\mathbb{R}_+)$ và có đánh giá chuẩn.

$$\begin{aligned} \left\| \left(f^{\gamma} * k \right) (x) \right\|_{L_r^{\alpha, \beta}(\mathbb{R}_+)} \\ \leq C \|f\|_{L_p(\mathbb{R}_+)} \|k\|_{L_q(\mathbb{R}_+, (1+x^2)^{q-1})} \end{aligned} \quad (27)$$

Với Γ là hàm Gamma. Hơn nữa, nếu giả thiết:

Trong đó $C = \left(\frac{1}{\pi \gamma} \right)^{1/p} \cdot \beta^{-\frac{\alpha+1}{r}} \cdot \Gamma^{1/r}(\alpha+1)$ thêm các hàm

$f(x) \in L_p(\mathbb{R}_+) \cap L_1(\mathbb{R}_+)$ và $k(x) \in L_1(\mathbb{R}_+) \cap L_q(\mathbb{R}_+, (1+x^2)^{q-1})$

thì tích chập suy rộng $\left(f^{\gamma} * k \right) (x) \in C_0(\mathbb{R}_+)$, thỏa mãn đẳng thức nhân tử hóa (7).

4. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày sự tồn tại một số tích chập suy rộng liên quan đến phép biến đổi tích phân Fourier cosine - Laplace với hàm trọng. Đưa ra các tính chất toán tử của các tích chập suy rộng trong một số không gian hàm cụ thể. Ngoài ra còn thiết lập và chứng minh bất đẳng thức chuẩn trong không gian $L_p(\mathbb{R}_+)$ và $L_q(\mathbb{R}, \rho_j)$ đối với các tích chập tương ứng. Tuy nhiên, do khuôn khổ bài báo, chúng tôi không đề cập ở đây.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Anders Vretblad (2003), *Fourier analysis and its applications*, SpringerVerlag, New York.
- [2]. Britvina L.E. (2005), *A class of integral transforms related to the Fourier cosine convolution*, *Integral Transforms and Special Functions*, 16, No.5-6, pp.379-389.
- [3]. Elias M. Stein and Rami Shakarchi (2003), *Fourier analysis an introduction*, Princeton university Press, Princeton and Oxford.
- [4]. Kakichev V.A. (1967), *On the convolution for integral transforms*, *Izv. Vysh. Uchebn.Zaved. Mat.*, (2), pp.53-62. (In Russian).
- [5]. Sneddon I.N. (2001), *Fourier Transforms*, McGraw-Hill, New York.
- [6]. Schiff J.L. (1999), *The Laplace Transform-s: Theory and Applications*, Springer-Verlag, New York, Inc.
- [7]. Saitoh S. (2000), *Weighted Lp-norm inequalities in convolution*, *Survey on Classical Inequalities*, Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, Vol.517, pp.225-234.

AUTHOR INFORMATION

Nguyen Kieu Hien

Corresponding Author: nguyengkieu@saoduo.edu.vn

Sao Do University.

THẺ LỆ GỬI BÀI

TẠP CHÍ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ (P. ISSN 1859-4190, E. ISSN 2815-553X), thường xuyên công bố kết quả, công trình nghiên cứu khoa học và công nghệ của các nhà khoa học, cán bộ, giảng viên, nghiên cứu sinh, học viên cao học, sinh viên ở trong và ngoài nước.

1. Tạp chí xuất bản 01 số/quý bằng hai ngôn ngữ tiếng Việt và tiếng Anh. Tạp chí nhận đăng các bài báo khoa học thuộc các lĩnh vực: Điện - Điện tử - Tự động hóa; Cơ khí - Động lực; Kinh tế; Triết học - Xã hội học - Chính trị học; Các lĩnh vực khác gồm: Công nghệ thông tin; Hóa học - Công nghệ thực phẩm; Ngôn ngữ học; Toán học; Vật lý; Văn hóa - Nghệ thuật - Thể dục thể thao...
2. Bài nhận đăng là những công trình nghiên cứu khoa học chưa công bố trong bất kỳ ấn phẩm khoa học nào.
3. Tòa soạn chỉ nhận bài báo gửi online trên website <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>. Bài báo gửi về tòa soạn dưới dạng file điện tử (*.doc *.docx và *.pdf); cuối bài báo, tác giả ghi rõ thông tin địa chỉ liên hệ, số điện thoại, email và cập nhật thông tin trên website. Bài báo phải được trình bày đúng định dạng, rõ ràng; Trường hợp bài báo phải chỉnh sửa theo thể lệ hoặc theo yêu cầu của Phản biện thì tác giả sẽ cập nhật trên website. Người phản biện sẽ do tòa soạn mời. Tòa soạn không gửi lại bài nếu không được đăng.
4. Các công trình thuộc đề tài nghiên cứu có Cơ quan quản lý cần kèm theo giấy phép cho công bố của cơ quan (Tên đề tài, mã số, tên chủ nhiệm đề tài, cấp quản lý,...).
5. Tên bài báo trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 14, in đậm, căn giữa.
6. Tên tác giả (không ghi học hàm, học vị), font Arial, cỡ chữ 10, in đậm, căn lề phải; cơ quan công tác của các tác giả, font Arial, cỡ chữ 9, in nghiêng, căn lề phải.
7. Chữ "Tóm tắt" in đậm, font Arial, cỡ chữ 10; Nội dung tóm tắt của bài báo không quá 10 dòng, trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 10, in thường.
8. Chữ "Từ khóa" in đậm, nghiêng, font Arial, cỡ chữ 10; Có từ 03÷05 từ khóa, font Arial, cỡ chữ 10, in nghiêng, ngăn cách nhau bởi dấu chấm phẩy, cuối cùng là dấu chấm.
9. Nội dung bài báo viết bằng tiếng Việt hoặc tiếng Anh; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Việt: Tiêu đề tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Tóm tắt tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Từ khóa tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Anh: Tiêu đề tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Tóm tắt tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Từ khóa tiếng Anh trước, tiếng Việt sau.
10. Bài báo được đánh máy trên khổ giấy A4 (21 × 29,7cm) có độ dài không quá 8 trang, font Arial, cỡ chữ 10, giãn dòng At least 12pt, Before 3pt, After 3pt; căn lề trên 2.5cm, dưới 2.5cm, trái 3cm, phải 2cm; hình vẽ phải rõ ràng, đủ nét và được định dạng dưới dạng file ảnh (*.jpg); Phương trình, công thức phải soạn thảo bằng Mathtype hoặc Equation; Phần nội dung bài báo được chia thành 02 cột, khoảng cách cột là 1cm; Trong trường hợp hình vẽ, hình ảnh có kích thước lớn, bảng biểu có độ rộng lớn hoặc công thức, phương trình dài thì cho phép trình bày dưới dạng 01 cột.
11. Tài liệu tham khảo được sắp xếp theo thứ tự tài liệu được trích dẫn trong bài báo.
 - Nếu là sách/luận án: Tên tác giả (năm), Tên sách/luận án/luận văn, Nhà xuất bản/Trường/Viện, lần xuất bản/tái bản.
 - Nếu là bài báo/báo cáo khoa học: Tên tác giả (năm), Tên bài báo/báo cáo, Tạp chí/Hội nghị/Hội thảo, Tập/Kỷ yếu, số, trang.
 - Nếu là trang web: Phải trích dẫn đầy đủ tên website và đường link, ngày cập nhật.
12. Định dạng mẫu bài báo tham khảo tại địa chỉ http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/news/detail/198/format_paper
Bài báo sau khi xuất bản sẽ được công bố trên <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>.

THÔNG TIN LIÊN HỆ:

Ban Biên tập Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ

Phòng 203, Tầng 2, Nhà B1, Trường Đại học Sao Đỏ.

Địa chỉ: Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>

Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn



BỘ CÔNG THƯƠNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Địa chỉ:

- **Số 1:** Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.
- **Số 2:** Số 72, đường Nguyễn Thái Học, phường Thái Học, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.
- **Điện thoại:** (0220) 3882 269 **Fax:** (0220) 3882 921 **Website:** <http://saodo.edu.vn> **Email:** info@saodo.edu.vn

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X

Số 3 (82)
2023



Địa chỉ Tòa soạn:

Trường Đại học Sao Đỏ.

Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/> Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn.

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.
In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.