

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM VÀ HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ NGHIÊN CỨU THAY ĐỔI NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT 12 QUẬN NỘI THÀNH, THÀNH PHỐ HÀ NỘI GIAI ĐOẠN 2005 - 2015

Nguyễn Đức Thuận*, Phạm Văn Vân

Khoa Quản lý đất đai, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

Email: nguyenducthuan@vnu.edu.vn*

Ngày gửi bài: 19.02.2016

Ngày chấp nhận: 15.07.2016

TÓM TẮT

Thủ đô Hà Nội hiện có 30 đơn vị hành chính với diện tích 3.344,7 km², do mật độ dân số đông nên cơ sở hạ tầng, nhà ở phát triển nhanh chóng gây nên hiện tượng "đảo nhiệt" đô thị và ảnh hưởng không nhỏ đến biến đổi khí hậu tại Việt Nam. Vì vậy, nhóm tác giả nghiên cứu sử dụng đặc trưng thông tin các kênh phổ của dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat của khu vực 12 quận nội thành Hà Nội cho 3 giai đoạn năm 2005, 2010 và 2015. Với kênh hồng ngoại nhiệt sau khi giá trị pixel được chuyển từ dạng số (DN) sang giá trị năng lượng bức xạ phổ (L_λ) sẽ xác định được nhiệt độ sáng bề mặt đất (T_B), tuy nhiên để xác định nhiệt độ thực (T_C) cần hiệu chỉnh với giá trị độ phát xạ (ε) của lớp phủ đất thông qua giá trị chỉ số thực vật (NDVI) và giá trị năng lượng phản xạ phổ (ρ_λ) dựa trên kênh đỏ và kênh cận hồng ngoại. Kết hợp với hiện trạng đất đô thị được xác định qua quá trình giải đoán ảnh vệ tinh bằng phương pháp phân loại có kiểm định sẽ tìm ra được phương trình hồi quy tương quan giữa nhiệt độ bề mặt và tốc độ đô thị hóa nhằm đưa ra các giải pháp nâng cao đời sống dân sinh.

Từ khóa: Đảo nhiệt bề mặt đô thị, hệ thống thông tin địa lý, viễn thám.

Application of Remote Sensing and GIS to Study Surface Temperature Changes of The Urban Districts in Hanoi during 2005 - 2015 Period

ABSTRACT

Hanoi city has 30 administrative units with area of 3.344,7 km². High population density leads to fast development of infrastructure and residences, therefore, causing urban "heat island" phenomenon that dramatically affects climate change in Vietnam. Thus, authors used characterized information of bands of satellite image data of Landsat involving 12 urban districts of Hanoi during 3 periods, 2005, 2010, and 2015. With infrared bands, after pixel values were converted from digital number (DN) into energy of Atmosphere spectral radiance, the light surface temperature was determined. However, the real temperature was then determined by adjusting the emissivity of top cover layer via Normalized Difference Vegetation Index and energy of radiance to top of atmosphere reflectance based on red and near - infrared bands. Combined with urban land situation estimated from image satellite analysis via accreditation classifying method, the correlation regression equation between surface temperature and urbanization speed was proposed.

Keywords: GIS, remote sensing, urban surface temperature changes.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhiệt độ bề mặt đất có vai trò đặc biệt đối với các quá trình vật lý xảy ra trong đất và khí quyển, là một trong những yếu tố quan trọng

tác động trực tiếp môi trường và đời sống của con người. Tuy nhiên, để xác định nhiệt độ bề mặt của một khu vực rộng lớn cần các trạm quan trắc khí tượng bố trí trên bề mặt đất với số lượng lớn và hoạt động trong thời gian dài để

cung cấp thông tin chính xác bề mặt của khu vực đó. Một quốc gia còn khó khăn về điều kiện kinh tế như nước ta thì đó là điều không thể trong khi quá trình đô thị hóa nhanh chóng hiện nay đang bề tổng hóa dần lớp phủ thực vật, dẫn tới nhiệt độ bề mặt đất tăng lên, góp phần không nhỏ tới sự nóng lên của toàn cầu, gây ra thiên tai lụt lội.

Hoa Kỳ là một trong những quốc gia đi đầu trong công cuộc nghiên cứu bề mặt trái đất từ dữ liệu ảnh vệ tinh, tiêu biểu là thế hệ vệ tinh Landsat, mở đầu là Landsat - 1 được phóng thành công năm 1972, hiện nay đã có 8 thế hệ Landsat nhưng chỉ còn Landsat - 7 và 8 là đang hoạt động. Từ thế hệ Landsat - 4 và 5 đã mang theo bộ cảm TM (Thematic Mapper) nhằm thu nhận năng lượng bức xạ nhiệt và ở thế hệ Landsat - 7 ngoài bộ cảm MMS (Multi Spectral Scanner) cung cấp ảnh đa phổ nó còn mang theo bộ cảm ETM+ (Enhanced Thematic Mapper+) cũng có khả năng thu nhận năng lượng bức xạ nhiệt của các đối tượng trên bề mặt tự nhiên và tạo ra ảnh nhiệt có độ phân giải khá cao; thông qua nguồn dữ liệu này hoàn toàn có thể xác định nhiệt độ của một khu vực bất kỳ trên trái đất. Tuy nhiên, vào năm 2003 Landsat - 7 đã bị hỏng bộ cảm nên dữ liệu ảnh bị lỗi (sọc ảnh) và cơ quan hàng không vũ trụ NASA (Hoa Kỳ) đã đưa ra phương pháp khắc phục dựa trên thuật toán hồi quy nên chất lượng dữ liệu vẫn có thể đảm bảo độ chính xác. Năm 2013, Landsat - 8 được phóng thành công với số lượng kênh phổ được tăng lên và ảnh nhiệt do bộ cảm TIRS cung cấp.

Thủ đô Hà Nội sau khi mở rộng về địa giới hành chính từ năm 2008 đã tăng lên 30 đơn vị hành chính bao gồm 12 quận và 17 huyện với diện tích 3.344,7 km², dân cư cũng tăng lên gần 7 triệu dân. Ngoài ra, dân nhập cư chiếm một số lượng lớn nên việc phát triển cơ sở hạ tầng, nhà ở được mở rộng gây ra hiện tượng “đảo nhiệt” đô thị (bề mặt khu vực đô thị nóng hơn so với các khu vực ngoại ô xung quanh), góp phần không nhỏ đến biến đổi khí hậu tại Việt Nam. Dữ liệu ảnh Landsat - 5 TM và Landsat - 8 OLI/TIRS (Operational Land Imager - Thermal Infrared Sensor) sẽ là nguồn dữ liệu quan trọng và hiệu quả cho việc tính toán nhiệt độ bề mặt và xác

định hiện trạng đất đô thị 12 quận nội thành Hà Nội trong 3 năm 2005, 2010 và 2015, qua đó tìm ra mối tương quan giữa nhiệt độ bề mặt và lớp phủ bề mặt.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Dữ liệu nghiên cứu bao gồm dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat - 5 ngày 05/05/2005 và 24/05/2010 với 7 kênh phổ; dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat - 8 ngày 01/07/2015 với 11 kênh phổ và dữ liệu tải về từ trang <http://earthexplorer.usgs.gov/> của Hội khảo sát địa chất Hoa Kỳ cho khu vực thành phố Hà Nội với độ phủ mây là 0%.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Xác định nhiệt độ thực bề mặt

a. Xác định nhiệt độ sáng (T_B)

- Tính chuyển giá trị pixel từ dạng số (DN) sang giá trị năng lượng bức xạ phổ (L_λ)

$$\text{Landsat} - 5: L_\lambda = \frac{(L_{MAX_\lambda} - L_{MIN_\lambda})}{Q_{CALMAX}} \times Q_{CAL} + L_{MIN_\lambda} \quad (\text{Chander et al., 2003})$$

Trong đó: $L_{MAX_\lambda}, L_{MIN_\lambda}$: Giá trị năng lượng bức xạ ứng với Q_{CALMAX} và Q_{CALMIN} (Watts/(m².srad.μm));

Q_{CAL} : Giá trị bức xạ đã được hiệu chỉnh và tính định lượng ở dạng số nguyên;

Q_{CALMAX}, Q_{CALMIN} : Giá trị bức xạ đã được hiệu chỉnh và tính định lượng ở dạng số nguyên, có giá trị lớn nhất và nhỏ nhất.

$$\text{Landsat} - 8: L_\lambda = M_L \times Q_{CAL} + A_L \quad (\text{U.S. Geological Survey, 2013})$$

Trong đó: M_L : Giá trị năng lượng bức xạ mở rộng; A_L : Hằng số hiệu chỉnh.

$$T_B = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad (\text{U.S. Geological Survey, 2013})$$

Trong đó: T_B : Giá trị nhiệt độ chiếu sáng (Kelvin - K);

K_1, K_2 : Hằng số hiệu chỉnh đối với ảnh hồng ngoại nhiệt của vệ tinh Landsat (W/(m².sr.μm) và K).

b. Xác định độ phát xạ bề mặt (ε)

- Tính chỉ số thực vật (NDVI): $NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$ (USGS, 2001)

Trong đó: RED: Kênh đỏ; NIR: Kênh cận hồng ngoại.

- Tính giá trị năng lượng phản xạ phổ (ρ_λ) trên kênh NIR và kênh RED

Landsat - 5: $\rho_\lambda = \frac{\pi \cdot L_p \cdot d^2}{ESUN_\lambda \cdot \cos \theta_{SE}}$ (Gyanesh *et al.*, 2003)

Trong đó: d: Khoảng cách từ trái đất đến mặt trời (đơn vị thiên văn); $ESUN_\lambda$: Giá trị năng lượng bức xạ mặt trời ($W/(m^2 \cdot \mu m)$);

θ_{SE}, θ_{SZ} : Góc chiếu mặt trời (đơn vị độ);

θ_{SZ} : Góc thiên đỉnh của θ_{SE} ($\theta_{SZ} = 90^\circ - \theta_{SE}$).

Landsat - 8: $\rho_\lambda = \frac{\rho_{\lambda'}}{\cos \theta_{SZ}} = \frac{\rho_{\lambda'}}{\sin \theta_{SE}}$ với $\rho_{\lambda'} = M_p Q_{cal} + A_p$ (U.S. Geological Survey, 2013)

Trong đó:

$\rho_{\lambda'}$: Giá trị năng lượng phản xạ phổ trước hiệu chỉnh;

M_p : Giá trị năng lượng phản xạ mở rộng;

A_p : Hằng số hiệu chỉnh phản xạ.

- Tính hợp phần thực vật (p_v): $p_v =$

$$\frac{1 - \frac{1}{I_g}}{(1 - \frac{1}{I_g}) - k(1 - \frac{1}{I_v})} \text{ với } k = \frac{p_{2v} - p_{1v}}{p_{2g} - p_{1g}} \text{ (Valor et al., 1996)}$$

Trong đó:

i: Giá trị NDVI của những điểm ảnh không thuần nhất;

i_g, i_v : Giá trị NDVI của những điểm ảnh thuần nhất về đất và thực vật;

p_{2v}, p_{1v} và p_{2g}, p_{1g} : Giá trị phản xạ trên kênh NIR và kênh RED của những điểm ảnh thuần nhất về thực vật và đất.

- Xác định độ phát xạ bề mặt: $\varepsilon = \varepsilon_v \cdot p_v + \varepsilon_s \cdot (1 - p_v) + dc$ với $dc = 4(dc) \cdot p_v \cdot (1 - p_v)$ (Valor *et al.*, 1996)

Trong đó:

$\varepsilon_v, \varepsilon_s$: Tán xạ bề mặt thực vật và đất trống;

dc: Giá trị trọng số trung bình có tính đến giá trị phát xạ trung bình của các loại bề mặt khác nhau;

$$(dc) = 0,04.$$

c. Tính nhiệt độ thực bề mặt (T_c):

$$B = \varepsilon \sigma T^4 = \sigma T_B \rightarrow T_C = \frac{T_B}{\varepsilon} - 273,1 \text{ (Valor et al., 1996)}$$

Trong đó: σ : Hằng số Stefan Boltzmann ($5.67 \times 10^{-8} Wm^{-2} K^{-4}$); B: Bức xạ tổng được phát (Wm^2); T_C : Nhiệt độ thực bề mặt ($^\circ C$); ε : Thay đổi từ 0 đến 1.

d. Đánh giá độ chính xác kết quả tính nhiệt độ bề mặt

Độ chính xác kết quả tính nhiệt độ thực bề mặt được đánh giá dựa vào giá trị chênh lệch nhiệt độ (bias) là hiệu số giữa giá trị tính toán từ dữ liệu ảnh vệ tinh (T_C^{Tinh}) và giá trị quan trắc ($T_C^{Quan\ trác}$): $bias = T_C^{Tinh} - T_C^{Quan\ trác}$ (Tran Thi Van, 2014)

2.2.2. Xác định hiện trạng lớp phủ bề mặt

Phương pháp phân loại có kiểm định là hình thức phân loại mà các chỉ tiêu phân loại được xác lập dựa trên các vùng mẫu và dùng luật quyết định dựa trên thuật toán thích hợp để gán nhãn pixel ứng với từng vùng phủ cụ thể. Thuật toán được lựa chọn để thực hiện là thuật toán xác suất cực đại.

$$g_i(x) = 1np(\omega_i) - \frac{1}{2} 1n|S_i| - \frac{1}{2} (x - m_i)^T \Sigma_i^{-1} (x - m_i) \text{ (Gupta, 1991)}$$

Trong đó: i: Đối tượng phân loại; x: Số kênh phổ; $p(\omega_i)$: Giá trị xác suất xảy ra khi đối tượng ω_i giống các đối tượng khác; $|S_i|$: Ma trận hiệp phương sai của đối tượng ω_i ; Σ_i^{-1} : Ma trận nghịch đảo của đối tượng ω_i ; m_i : Giá trị vector thay đổi phổ.

Đây là cách thức phân loại chính xác nhưng lại mất nhiều thời gian tính toán và phụ thuộc sự phân bố chuẩn của dữ liệu (Nguyen Duc Thuan *et al.*, 2015). Bao gồm các bước như sau:

- Xác định các loại đất theo mục đích sử dụng nhằm xây dựng khóa giải đoán ảnh.
- Lựa chọn các đặc tính về phổ và cấu trúc nhằm tách biệt các lớp đối tượng với nhau.
- Chọn vùng mẫu là khoanh vẽ trực tiếp lên ảnh và nó quyết định tới kết quả phân loại.

- Đánh giá độ chính xác tệp mẫu là so sánh sự khác biệt của mỗi mẫu phân loại với các mẫu khác.

- Đánh giá độ chính xác phân loại ảnh dựa vào chỉ số Kappa (κ), chỉ số này nằm trong phạm vi từ 0 đến 1 và biểu thị sự giảm theo tỷ lệ về sai số được thực hiện bằng một yếu tố phân loại hoàn toàn ngẫu nhiên.

$$\kappa = \left[N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i}) \right] / \left[N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i}) \right]$$

(Jensen, 1996)

Trong đó:

N: Tổng số điểm lấy mẫu;

r: Số lớp đối tượng phân loại;

x_{ii} : Số điểm thực địa đúng trong lớp thứ i;

x_{i+} : Tổng điểm thực địa của lớp thứ i của mẫu;

x_{+i} : Tổng điểm thực địa của lớp thứ i sau phân loại.

2.2.3. Xác định tương quan giữa nhiệt độ bề mặt đô thị và lớp phủ bề mặt

Mô hình hồi quy tuyến tính nhiều chiều là nghiên cứu sự phụ thuộc của một biến ngẫu nhiên y trên nhiều biến độc lập $x_1, x_2, \dots, x_k$. Do đó mô hình tổng quát có dạng: $Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k$ (Lê Đức Vinh, 2006).

Trong đó:

$b_1, b_2, \dots, b_k$: Hệ số hồi quy từng phần;

a: Hệ số chặn.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xác định nhiệt độ thực bề mặt giai đoạn năm 2005, 2010 và 2015

3.1.1. Xác định nhiệt độ sáng (T_B)

a. *Tính chuyển giá trị pixel từ dạng số (DN) sang giá trị năng lượng bức xạ phổ (L_λ)*

Giá trị DN (Digital Number) là giá trị của các điểm ảnh lưu ở dạng số. Dữ liệu Landsat - 5 có cấu trúc là 8 bit nên giá trị DN từ 0 đến 2^8 , còn dữ liệu Landsat - 8 có cấu trúc là 16 bit nên giá trị DN từ 0 đến 2^{16} . Giá trị L_λ là giá trị năng lượng mà các đối tượng trên bề mặt đất hấp thụ sau đó bức xạ vào khí quyển. Quá trình tính chuyển giá trị DN sang giá trị L_λ cho kênh 3, 4 và 6 với dữ liệu Landsat - 5, kênh 10 với dữ liệu Landsat - 8 (Bảng 2) được tính toán dựa trên các giá trị bức xạ phổ chuẩn $L_{MIN\lambda}, L_{MAX\lambda}, Q_{CALMAX}, M_L, A_L$ lấy từ file METADATA (Bảng 1).

b. *Tính chuyển giá trị L_λ sang giá trị T_B*

Kết quả tính T_B theo đơn vị Kelvin đối với kênh hồng ngoại nhiệt thể hiện qua bảng 3.

Bảng 1. Giá trị $L_{MIN\lambda}, L_{MAX\lambda}, Q_{CALMAX}, M_L$ và A_L

	Landsat - 5			Landsat - 8	
	Kênh 3	Kênh 4	Kênh 6	Kênh 10	
L_{MAX}	264,000	221,000	15,303	M_L	0,0003342
L_{MIN}	- 1,170	- 1,510	1,238	A_L	0,1
Q_{CALMAX}	255	255	255		

Bảng 2. Giá trị L_λ

	Landsat - 5			Landsat - 8	
	Kênh 3	Kênh 4	Kênh 6	Kênh 10	
05/05/2005	$45,524 \leq L_\lambda \leq 264$	$18,559 \leq L_\lambda \leq 221$	$8,573 \leq L_\lambda \leq 10,559$	01/07/2015	$9,301 \leq L_\lambda \leq 11,919$
24/05/2010	$22,747 \leq L_\lambda \leq 264$	$12,451 \leq L_\lambda \leq 221$	$8,518 \leq L_\lambda \leq 10,449$		

Bảng 3. Giá trị T_B theo đơn vị K

Landsat - 5 (kênh 6)		Landsat - 8 (kênh 10)
05/05/2005	24/05/2010	01/07/2015
$294,863 \leq T_B \leq 309,722$	$294,425 \leq T_B \leq 308,938$	$297,904 \leq T_B \leq 315,309$

3.1.2. Xác định độ phát xạ bề mặt (ϵ)

a. Tính chỉ số thực vật (NDVI)

NDVI là chênh lệch chuẩn hóa giữa hệ số phản xạ ở kênh RED và NIR. Chỉ số NDVI cho ta đánh giá chung về độ phát triển xanh của thực vật, qua đó có thể theo dõi và giám sát những thay đổi của thảm thực vật theo thời gian.

Kênh RED và NIR tương ứng kênh 3 và 4 với Landsat-5, kênh 4 và 5 với Landsat-8. Chỉ số NDVI nhận giá trị nằm trong khoảng -1 đến 1, trong đó thực vật trong khoảng 0,2 - 1,0. Nếu NDVI > 0,5 là phủ kín thực vật; NDVI < 0,2 là đất trống không có thực vật bao phủ; Đối với nước và đất ẩm, NDVI nhận giá trị âm (Trịnh Lê Hùng, 2014). Kết quả tính chỉ số NDVI thể hiện thể hiện ở bảng 4.

b. Tính giá trị năng lượng phản xạ phổ (ρ_s)

Ngày 05/05/2005 tương ứng là ngày thứ 125 trong năm 2005 nên lấy giá trị trung bình khoảng cách d trong ngày thứ 121 và 135 làm giá trị khoảng cách d. Ngày 24/05/2010 tương ứng là ngày thứ 144 trong năm 2010 nên lấy giá trị trung bình khoảng cách d trong ngày thứ 121

và 135 làm giá trị khoảng cách d (Chander et al., 2003). Các giá trị d, ESUN_i, θ_{SE} , M_p, A_p sử dụng tính toán thể hiện ở bảng 5, kết quả tính ρ_s thể hiện thể hiện ở bảng 6.

c. Tính hợp phần thực vật (P_v)

Để xác định các giá trị i_v , i_g , p_{2v} , p_{1v} , p_{2g} và p_{1g} nhằm tính p_v , tác giả tiến hành khảo sát thực địa bằng GPS cầm tay, kết hợp với tài liệu thu thập, cùng quá trình giải đoán ảnh bằng mắt và thu thập thông tin từ người dân đã lựa chọn ra 3 vị trí điểm mẫu đặc trưng bao gồm: Điểm không thuần nhất (Đại học Bách khoa Hà Nội), điểm thuần nhất về thực vật (Công viên Bách Thảo) và điểm thuần nhất về đất (Sân vận động Đại học Y Hà Nội). Kết quả thể hiện ở bảng 7.

d. Xác định độ phát xạ bề mặt (ϵ)

Để tính ϵ người ta hay dùng phương pháp dựa trên chỉ số NDVI nếu biết trước độ phát xạ của đất trống và thực vật cũng như cấu trúc phân bố thực vật. Nên việc ước tính ϵ từ kênh RED và NIR theo chỉ số NDVI sẽ đơn giản hơn. Giá trị ϵ_v , ϵ_s được xác định dựa theo đồ thị tương quan của Valor and Caselles (1996). Giá trị ϵ_v , ϵ_s và ϵ được thể hiện qua bảng 8.

Bảng 4. Chỉ số NDVI

Landsat-5		Landsat-8
05/05/2005	24/05/2010	01/07/2015
$-0,551 \leq NDVI \leq 0,453$	$-0,368 \leq NDVI \leq 0,723$	$-0,271 \leq NDVI \leq 0,650$

Bảng 5. Giá trị d, ESUN_i, θ_{SE} , M_p và A_p

	Landsat-5 (05/05/2005)		Landsat-5 (24/05/2010)		Landsat-8
	Kênh 3	Kênh 4	Kênh 3	Kênh 4	Kênh 4, 5
d	1,0093		1,0125		M _p 2×10^{-5}
ESUN _i	1.554	1.036	1.554	1.036	A _p - 0,1
θ_{SE}	65,07195019		67,32085820		θ_{SE} 67,12788270

Bảng 6. Giá trị p_{λ}

	Landsat-5			Landsat-8	
	Kênh 3	Kênh 4		Kênh 4	Kênh 5
05/05/2005	$0,095 \leq \bar{n}_i \leq 0,555$	$0,058 \leq \bar{n}_i \leq 0,697$	01/07/2015	$-1,005 \leq \bar{n}_i \leq -0,029$	$-1,102 \leq \bar{n}_i \leq -0,009$
24/05/2010	$-0,708 \leq \bar{n}_i \leq -0,061$	$-0,889 \leq \bar{n}_i \leq -0,050$			

Bảng 7. Giá trị i , i_v , i_g , p_{2v} , p_{1v} , p_{2g} , p_{1g} và p_v

Điểm đặc trưng		Landsat-5		Landsat-8
		05/05/2005	24/05/2010	01/07/2015
Không thuần nhất	$i =$	0,053	0,350	0,380
Thuần nhất về thực vật	$i_v =$	0,138	0,562	0,449
	$p_{2v} =$	0,220	-0,345	-0,310
	$p_{1v} =$	0,133	-0,074	-0,050
	$i_g =$	0,128	0,017	0,095
Thuần nhất về đất	$p_{2g} =$	0,218	-0,299	-0,362
	$p_{1g} =$	0,303	-0,231	-0,280
	$P_v =$	0,479	0,927	0,859

Bảng 8. Giá trị ε_v , ε_g và ε

		Landsat-5		Landsat-8
		05/05/2005	24/05/2010	01/07/2015
Tán xạ bề mặt thực vật	ε_v	0,954	0,951	0,969
Tán xạ bề mặt đất trống	ε_g	0,953	0,957	0,951
Độ phát xạ bề mặt	ε	0,993	0,962	0,985

3.1.3. Tính nhiệt độ thực bề mặt

Các phương pháp thông thường khác nếu có tính tới yếu tố phát xạ thì thường sử dụng một giá trị trung bình cho toàn khu vực. Vì thế, nhiệt độ thực bề mặt sau tính toán cũng chỉ có độ chính xác tương đối. Tuy nhiên, sử dụng phương pháp xác định ε bằng chỉ số NDVI thì nhiệt độ thực bề mặt có thể được ước tính nhanh chóng mà không cần tới các bước tính toán phức tạp như thông lệ (Bảng 9).

3.1.4. Đánh giá độ chính xác kết quả tính nhiệt độ thực bề mặt

Để đánh giá độ chính xác cần có số liệu đo quan trắc thực nghiệm tại một số vị trí được lựa

chọn. Vì vậy, quá trình này chỉ áp dụng với dữ liệu mới nhất (01/07/2015) và thời gian lấy số liệu quan trắc phải cùng thời gian của vệ tinh đi qua khu vực nghiên cứu. Với giá trị chênh lệch nhiệt độ trung bình là 1,63°C cho thấy kết quả đạt được tương đối tốt (Bảng 10).

3.1.5. Xây dựng bản đồ phân bố nhiệt độ bề mặt

Bảng 9. Giá trị T_c theo đơn vị °C

Landsat-5		Landsat-8
05/05/2005	24/05/2010	01/07/2015
$23 \leq T_c \leq 38$	$25 \leq T_c \leq 39$	$27 \leq T_c \leq 44$

Ứng dụng công nghệ viễn thám và hệ thống thông tin địa lý nghiên cứu thay đổi nhiệt độ bề mặt 12 quận nội thành, thành phố Hà Nội giai đoạn 2005 - 2015

3.2. Xác định hiện trạng lớp phủ bề mặt giai đoạn năm 2005, 2010 và 2015

3.2.1. Xây dựng khoá giải đoán ảnh

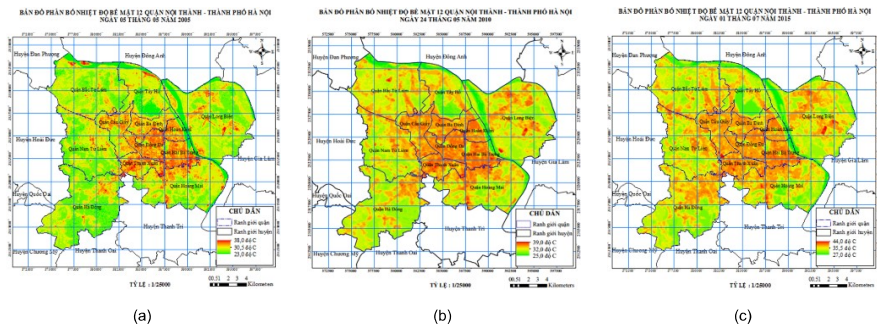
Để xây dựng khoá giải đoán ảnh, cần xác định các loại đất theo mục đích sử dụng trên khu vực nghiên cứu. Căn cứ vào hiện trạng sử dụng đất, đặc điểm của tư liệu ảnh vệ tinh, độ phân giải ảnh, tác giả xây dựng được 3 loại hình lớp phủ (Bảng 11) từ đó đã xây dựng khoá giải đoán ảnh vệ tinh.

3.2.2. Xây dựng tệp mẫu và đánh giá độ chính xác tệp mẫu

Từ số liệu điều tra thực địa tiến hành khoanh vẽ trực tiếp lên trên ảnh cần phân loại. Dựa vào đặc tính năng lượng phản xạ phổ của các đối tượng được chọn trong tệp mẫu để tính toán sự khác biệt theo phương pháp Display Mean Plot Window, nếu giá trị của các mẫu tại mỗi kênh phổ càng cách xa nhau thì độ chính xác càng tốt và ngược lại. Qua hình 2 thấy rằng độ chính xác của 3 tệp mẫu đều đạt độ chính xác cao.

Bảng 10. Kết quả đánh giá độ chính xác tính nhiệt độ thực bề mặt

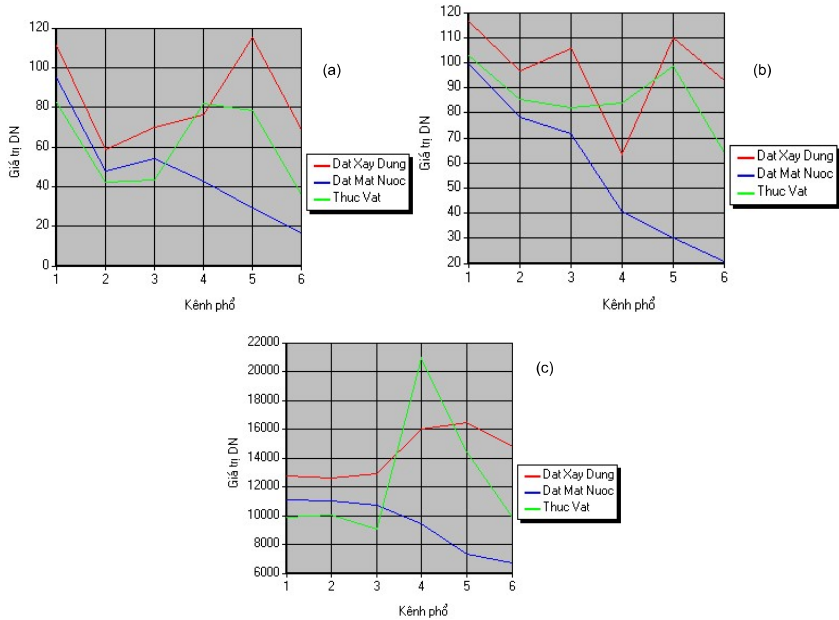
Vị trí quan trắc (m)	T_C^{Tinh}	$T_C^{Quan\ trac}$	Giá trị chênh lệch nhiệt độ
1. X = 2.325.613,251 ; Y = 593.942,011	37,6	35,8	1,8
2. X = 2.324.152,555 ; Y = 585.723,589	33,6	32,1	1,5
3. X = 2.322.460,979 ; Y = 580.174,203	28,9	27,3	1,6



Hình 1. Bản đồ phân bố nhiệt độ bề mặt ngày 05/05/2005 (a), 24/05/2010 (b) và 01/07/2015 (c)

Bảng 11. Các loại hình lớp phủ

Loại hình lớp phủ	Mô tả
1. Đất xây dựng	Đất ở, đất giao thông, đất chợ,...
2. Đất mặt nước	Sông, suối, ao, hồ tự nhiên,...
3. Thực vật	Đất có thảm thực vật che phủ như đất trồng lúa,...



Hình 2. Kết quả đánh giá độ chính xác tệp mẫu ngày 05/05/2005 (a), 24/05/2010 (b) và 01/07/2015 (c)

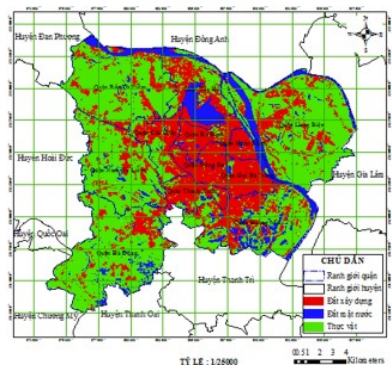
3.2.3. Phân loại ảnh và đánh giá độ chính xác ảnh phân loại

Từ tệp mẫu, tiến hành phân loại có kiểm định theo thuật toán xác suất cực đại, đồng thời lọc nhiễu kết quả phân loại để gộp những pixel lẻ tẻ hoặc phân loại lẫn vào chính lớp chứa nó.

Để đánh giá độ chính xác kết quả ảnh phân loại, với ảnh phân loại ngày 01/07/2015 tác giả sử dụng thiết bị đo GPS cầm tay đối soát thực địa với 50 điểm GPS; Với ảnh phân loại ngày 05/05/2005 và 24/05/2010 sử dụng kết quả điều tra thực địa kết hợp bản đồ hiện trạng sử dụng đất để xây dựng 50 điểm kiểm tra cho mỗi thời điểm. Quá trình đánh giá được thực hiện tự động trên phần mềm ErDAS 2014 và đạt kết quả tốt. Cụ thể độ chính xác phân loại ảnh ngày 05/05/2005 đạt 96,00% và $\kappa = 0,937$; ngày 24/05/2010 đạt 92,00% và $\kappa = 0,877$; ngày 01/07/2015 đạt 96,00% và $\kappa = 0,937$.

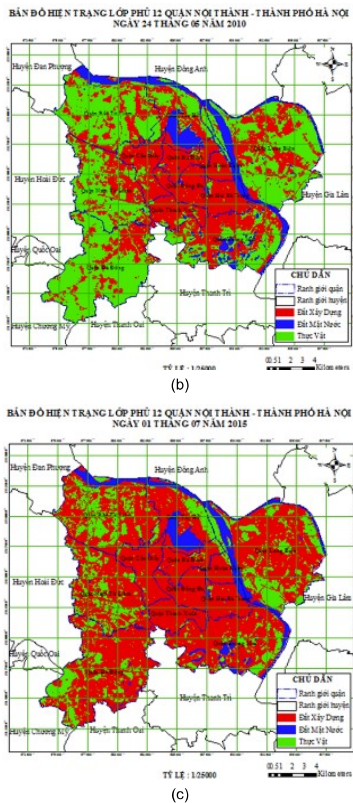
3.2.4. Xây dựng bản đồ hiện trạng lớp phủ bề mặt

BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG LỚP PHỦ 12 QUẬN NỘI THÀNH - THÀNH PHỐ HÀ NỘI NGÀY 05 THÁNG 05 NĂM 2005



(a)

Ứng dụng công nghệ viễn thám và hệ thống thông tin địa lý nghiên cứu thay đổi nhiệt độ bề mặt 12 quận nội thành, thành phố Hà Nội giai đoạn 2005 - 2015



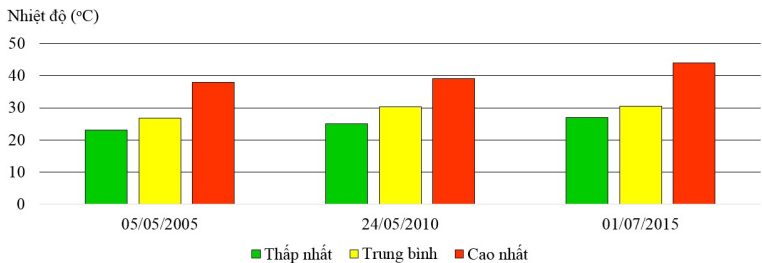
Hình 3. Bản đồ hiện trạng lớp phủ bề mặt ngày 05/05/2005 (a), 24/05/2010 (b) và 01/07/2015 (c)

3.3. Tương quan giữa nhiệt độ bề mặt và lớp phủ bề mặt giai đoạn năm 2005, 2010 và 2015

3.3.1. Biến đổi nhiệt độ

a. Bản đồ phân bố nhiệt độ bề mặt

Hình 1 cho thấy nền nhiệt độ cao nhất tập trung ở các quận trung tâm bao gồm: Quận Cầu Giấy, Ba Đình, Đống Đa, Hoàn Kiếm. Đây là khu vực nội thành tập trung mật độ dân số cao, tỉ lệ cây xanh thấp với mức độ đô thị hóa lớn nhất cụ thể ngày 05/05/2005 là 38°C, 24/05/2010 là 39°C, 01/07/2015 là 44°C. Tuy nhiên nền nhiệt độ cao vẫn phân bố rải rác ở một số quận có các khu công nghiệp (khu công nghiệp Hanel thuộc quận Long Biên), xưởng nhà máy sản xuất (Công ty May 10 thuộc quận Long Biên), trục đường giao thông chính nơi tập chung đông dân cư (Đường Nguyễn Trãi thuộc quận Nam Từ Liêm),... Nền nhiệt độ thấp nhất ở nơi có tỷ lệ cây xanh lớn, có mặt nước che phủ và tập chung ở khu vực xa trung tâm nội thị - nơi giáp ranh với các quận trung tâm ở cả bốn phía (Đông, Tây, Nam, Bắc) là quận Bắc Từ Liêm, Nam Từ Liêm, Long Biên, Hoàng Mai, Hà Đông, Tây Hồ; Cụ thể ngày 05/05/2005 là 23°C, 24/05/2010 là 25°C, 05/05/2015 là 27°C. Nền nhiệt độ trung bình tập trung ở khu vực giáp ranh với các quận trung tâm, nơi có quá trình đô thị hóa nhanh chóng, cụ thể ngày 05/05/2005 là 26,73°C, 24/05/2010 là 30,31°C, 01/07/2015 là 30,53°C. Qua đó thấy được nhiệt độ bề mặt 12 quận nội thành đang có xu hướng tăng lên (Hình 4).



Hình 4. Biểu đồ các mức nhiệt độ bề mặt

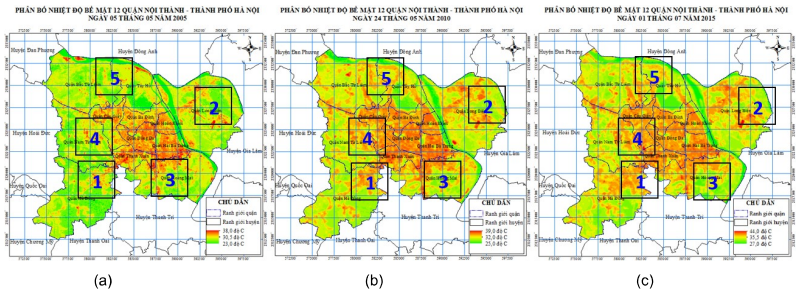
b. Biến động đảo nhiệt đô thị bề mặt

Qua hình 5 thấy rằng, theo cấu trúc không gian, đảo nhiệt đô thị bề mặt (SUHI - Surface Urban Heat Island) có sự thay đổi và mở rộng rõ rệt từ kiểu chấm hoặc vùng nhỏ phân tán năm 2005 đến kiểu chuỗi hoặc vùng tập trung lớn dần từ năm 2010 đến năm 2015. Đặc biệt là khu vực các quận trung tâm, SUHI chuyển từ mật độ dày sang mật độ dày đặc. Ngoài ra SUHI còn tăng lên nhanh chóng do quá trình đô thị hóa, được mở rộng từ vùng giáp ranh với các quận trung tâm (Bắc Từ Liêm, Nam Từ Liêm, Hà

Đông, Hoàng Mai, Long Biên) và một số SUHI nằm phân bố rải rác khác.

3.3.2. Biến động đô thị về diện tích không gian

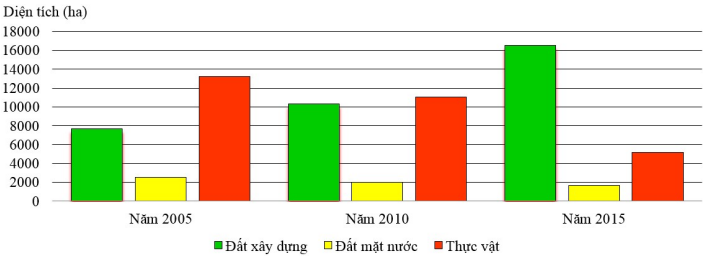
Kết quả xử lý ảnh vệ tinh bằng phương pháp viễn thám cho thấy trong vòng 10 năm từ tháng 05/2005 đến tháng 07/2015, diện tích đất đô thị (đất xây dựng) tăng lên 2,16 lần (Bảng 12 và hình 6). Qua hình 3 thấy rằng, khu vực 12 quận nội thành phát triển mạnh theo hướng lan tỏa từ khu vực quận trung tâm và tập trung mở rộng ở tất cả các phía, đặc biệt là dọc theo các trục đường chính ở các quận giáp quận trung tâm.



Hình 5. Đảo nhiệt đô thị bề mặt

Bảng 12. Thống kê diện tích các loại hình lớp phủ

Loại hình lớp phủ	05/05/2005		24/05/2010		01/07/2015	
	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
1. Đất xây dựng	7.648,76	32,75	10.313,57	44,16	16.537,68	70,81
2. Đất mặt nước	2.498,99	10,70	1.968,82	8,43	1.674,55	7,17
3. Thực vật	13.207,25	56,55	11.072,61	47,41	5.141,77	22,02
Tổng	23.355	100	23.355	100	23.355	100



Hình 6. Biểu đồ biến động đô thị về diện tích không gian

3.3.3. Đánh giá tương quan giữa nhiệt độ bề mặt và đô thị hóa

Mô hình hồi quy tuyến tính nhiều chiều được ứng dụng để tìm mối liên hệ giữa sự thay đổi nhiệt độ và quá trình đô thị hóa với các biến gồm: nhiệt độ bề mặt (ND) - biến phụ thuộc, ba yếu tố dựa trên cơ sở ảnh vệ tinh và được xem là ba biến độc lập của quá trình đô thị hóa liên quan đến các quá trình chuyển đổi bề mặt có thể lượng hóa đưa vào xem xét tương quan là: XD - phần trăm diện tích đất xây dựng, MN - phần trăm diện tích đất mặt nước, TV - phần trăm diện tích lớp phủ thực vật.

Số liệu thống kê được trích xuất trực tiếp từ ảnh vệ tinh cho các biến số ND, XD, MN và TV. Số liệu diện tích về đất xây dựng, mặt nước và thực vật được chuyển đổi sang tỷ lệ phần trăm. Kết quả tính tương quan giữa biến ND và các biến độc lập chỉ thị sự đô thị hóa cho biết, trị tuyệt đối của hệ số tương quan giữa ND - XD là 0,795; ND - MN là 0,645; ND - TV là 0,412 nghĩa là biến XD có tầm quan trọng (trọng số) lớn nhất trong 3 biến tác động đến biến ND. Từ đó, các tác giả đã chọn biến XD làm biến trọng số. Phương trình hồi quy tuyến tính như sau:

$$ND = 36,01 + 0,02 \cdot XD - 0,09 \cdot MN - 0,07 \cdot TV$$

Bảng 13 cho biết, kết quả của phương trình hồi quy tuyến tính trên phù hợp với tập dữ liệu đến mức 92% (R Square = 0,92). Phương trình này hoàn toàn chấp nhận được, các hệ số hồi quy của các biến chỉ thị đô thị hóa có ý nghĩa trong việc phân tích đánh giá tác động đến sự biến đổi nhiệt độ bề mặt đô thị hiện nay. Biến XD tác động thuận chiều với sự biến động của nhiệt độ bề mặt, trong khi đó biến TV và MN lại ảnh hưởng nghịch chiều với chúng. Hệ số chuẩn hóa t Stat có ý nghĩa mô tả tầm quan trọng tương đối của các biến độc lập trong một mô hình hồi quy. Hệ số t Stat = 0,02 của biến XD mang ý nghĩa tác động thuận lớn nhất trong các biến tác động lên sự thay đổi nhiệt độ bề mặt. Nghĩa là, khi tăng phần trăm diện tích đất xây dựng sẽ kéo theo tăng nhiệt độ bề mặt. Tác động nghịch lớn nhất trong các biến là phần trăm diện tích mặt nước với hệ số t Stat = -0,11, tiếp theo là tác động nghịch của diện tích lớp phủ thực vật (t Stat = -0,09). Điều này cho thấy, nhu cầu giảm diện tích đất xây dựng, tăng diện tích mặt nước và lớp phủ thực vật là cần thiết để giảm bớt tình trạng tăng nhiệt độ hiện nay trong các khu đô thị.

Bảng 13. Kết quả tính hồi quy tương quan giữa các biến

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.93845875							
R Square	0.92753638							
Adjusted R Square	0.90389093							
Standard Error	0.03442112							
Observations	17							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	3	270.915458	90.3051527	7.62188936	0.003434726			
Residual	13	154.0257185	11.8481322					
Total	16	424.9411765						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	36.0118683	79.10345099	0.45525028	0.65643937	-134.880748	206.904484	-134.880748	206.904484
XD	0.01778228	0.790505626	0.02249482	0.98239486	-1.6900013	1.72556586	-1.6900013	1.72556586
MN	-0.0903913	0.792015479	-0.1141282	0.91087997	-1.80143672	1.62065411	-1.80143672	1.62065411
TV	-0.07118672	0.775911627	-0.09174591	0.92829862	-1.74744188	1.60506844	-1.74744188	1.60506844

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

- Quá trình đô thị hóa khu vực 12 quận nội thành diễn ra mạnh mẽ trong khoảng thời gian 10 năm từ 05/2005 đến 07/2015, diện tích đất xây dựng tăng lên 2,16 lần.

- Nền nhiệt cao tăng nhanh tỷ lệ thuận với tốc độ đô thị hóa đối với các quận giáp quận trung tâm như quận Bắc Từ Liêm, Nam Từ Liêm, Hà Đông, Hoàng Mai, Long Biên.

- Tìm được mối tương quan giữa nhiệt độ bề mặt và đô thị hóa: $ND = 36,01 + 0,02 \cdot XD - 0,09 \cdot MN - 0,07 \cdot TV$.

4.1. Kiến nghị

- Phương trình hồi quy tương quan giữa các biến thấy rằng biến XD tác động thuận chiều với sự thay đổi của nhiệt độ bề mặt, biến TV và MN lại ảnh hưởng nghịch chiều với nó. Do đó, kết quả nghiên cứu sẽ là gợi ý giúp các nhà quản lý và quy hoạch quan tâm hơn trong chiến lược phát triển lâu dài của thành phố Hà Nội.

- Cần thử nghiệm trên các khu vực khác với các nguồn dữ liệu vệ tinh khác nhau để khẳng định tính đúng đắn của phương pháp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Gyanesh Chander and Brian Markham (2003). Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration, Procedures and Postcalibration Dynamic Ranges. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41(11).
- Gupta R.P. (1991). *Remote Sensing Geology*. Springer - Verlag, Berlin and Heidelberg, Germany.
- John R. Jensen (1996). *Introductory Digital Image Processing*.
- Lê Đức Vinh (2006). *Giáo trình xác suất thống kê. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội*.
- Nguyễn Đức Thuận, Trần Quốc Vinh, Lê Thị Giang (2015). Research and application of remote sensing and GIS technologies in determining and forecasting the land cover changes by Markov chain in Y Yen district - Nam Dinh province. *Proceedings GIS 2015 conference*.
- Trần Thị Vân (2014). *Monitoring Urban Heat Island in Vietnam with Remote Sensing*. International Workshop on Air Quality in Asia, Hanoi, Vietnam, June 24 - 26th, 2014.
- USGS (2001). *Landsat 7 Science Data User's Handbook*.
- U.S. Geological Survey (2013). Using the USGS Landsat 8 Product, http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php. Cited 23/6/2015.
- Valor E and Caselles V (1996). Mapping Land Surface Emissivity from NDVI: Application to European, African, and South American Areas. *Remote Sensing of Environment*, 57: 167 - 184.