ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM NGHIÊN CỨU MỐI QUAN HỆ GIỮA NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT ĐẤT VỚI SỰ PHÂN BỐ CỦA CÁC KIỂU THẢM PHỦ HUYỆN LỘC BÌNH - LẠNG SƠN

Hoàng Anh Huy[1]

Tóm tắt: *Bài báo giới thiệu cơ sở lý thuyết và kết quả nghiên cứu mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt đất (LST) với sự phân bố của các kiểu thảm phủ cho huyện Lục Bình (Lạng Sơn) từ ảnh vệ tinh. LST và các kiểu thảm phủ được chiết tách từ ảnh vệ tinh LANDSAT 8 OLI và TIRS sử dụng thuật toán hàm truyền bức xạ qua tầng khí quyển và phương pháp phân loại xác suất cực đại. Kết quả nghiên cứu cho thấy, LST cao (16 - 30°C) chủ yếu tập trung ở đất xây dựng nơi có mật độ dân cư dày đặc (Na Dương, phía Tây Sàn Viên), LST thấp hơn (18 - 26°C) xuất hiện ở đất trống, thảm thực vật và thủy hệ có LST thấp nhất lần lượt là 15 - 22°C và 12 - 23°C. LST trung bình của thủy hệ là 18°C, cao hơn so với thực vật (17°C) nhưng thấp hơn so với đất xây dựng (19°C) và đất trống (21°C). Từ kết quả nghiên cứu có thể kết luận, LST có mối quan hệ chặt chẽ với sự phân bố của các kiểu thảm phủ trên bề mặt trái đất.*

Từ khóa: *Nhiệt độ bề mặt đất, thảm phủ, sự phân bố không gian, huyện Lộc Bình.*

Ban Biên tập nhận bài: 20/04/2017 Ngày phản biện xong: 15/05/2017

1. Đặt vấn đề

Nhiệt độ bề mặt đất (Land Surface Temperature - LST) đóng vai trò quan trọng trong nghiên cứu khí tượng thủy văn, sinh thái và biến đổi khí hậu toàn cầu [1]. Hiện nay các phương pháp thường được sử dụng để xác định LST từ ảnh vệ tinh gồm có: thuật toán hiệu chỉnh khí quyển (mô hình hàm truyền bức xạ qua tầng khí quyển) [2], thuật toán đơn kênh do Jim và Sobrino đề xuất [3], thuật toán cửa sổ đơn do Zhen đề xuất [4], thuật toán chia cửa sổ (split-window - SW) sử dụng hai băng tần thu nhận ở dải hồng ngoại nhiệt [5]. Trong đó, với ưu điểm hiệu chỉnh ảnh hưởng của khí quyển đối với băng nhiệt, thuật toán hiệu chỉnh khí quyển đã được ứng dụng thành công trong nhiều công trình nghiên cứu [2]. Nhiều nghiên cứu đã sử dụng các kênh hồng ngoại nhiệt của các bộ cảm với độ phân giải khác nhau để xác định LST như MODIS, NOAA/AHVRR, đặc biệt là với ảnh hồng ngoại nhiệt có độ phân giải cao thu nhận bởi bộ cảm TM, ETM+ và TIRS từ vệ tinh Quan sát trái đất LANDSAT [5 - 7] nên đã được nhiều nghiên cứu sử dụng trong nghiên cứu tài nguyên và môi trường như phát hiện cháy ngầm [8], giám sát hạn hán, giám sát (biến động) độ che phủ thực vật [9]. Thảm phủ có thể được chiết tách từ ảnh vệ tinh bằng các phương pháp phân loại có giám sát, bán giám sát, mạng nơ ron nhân tạo quyết định [10]. Trong đó, thuật toán phân loại xác suất cực đại trong phân loại có giám sát cho độ chính xác cao. Những phân tích trên đây cho thấy, với những ưu điểm vượt trội của ảnh hồng ngoại nhiệt độ phân giải cao LANDSAT 8 TIRS, thuật toán xác suất cực đại và mô hình truyền bức xạ được lựa chọn sử dụng.

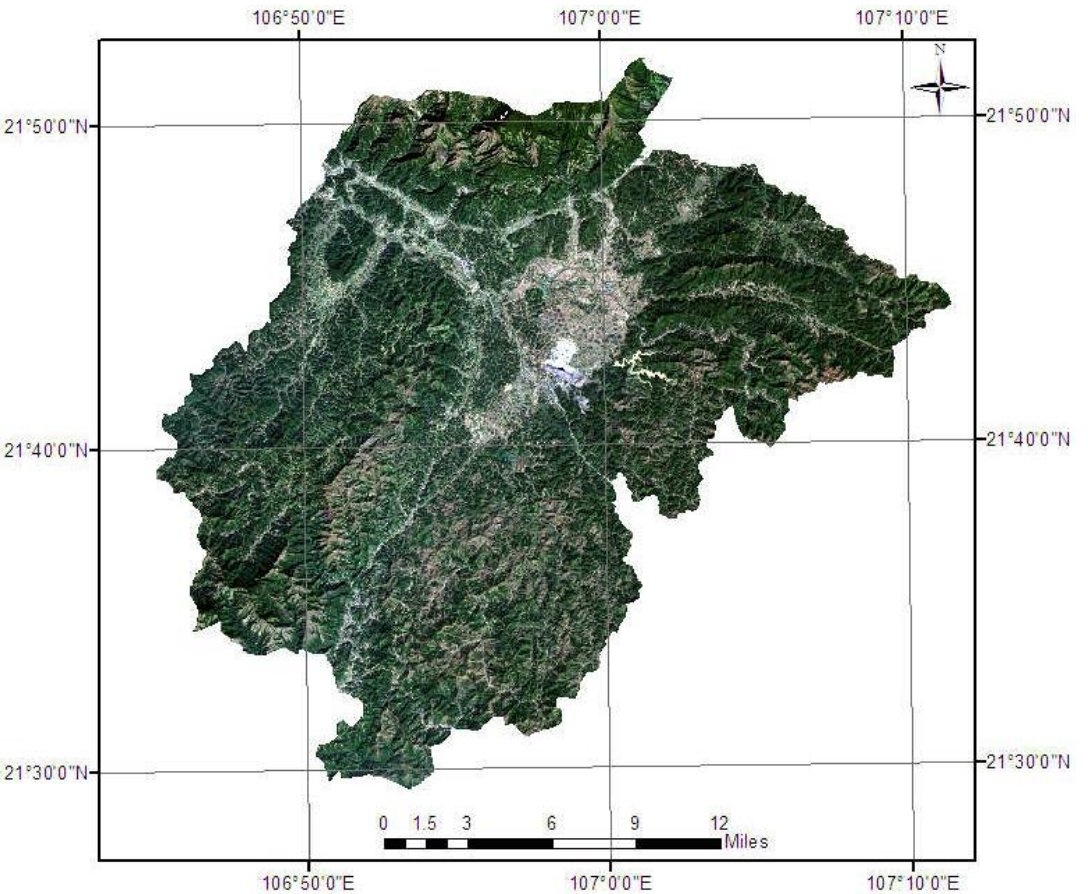
Nghiên cứu LST và mối quan hệ của chúng với các kiểu thảm phủ trên bề mặt Trái đất có thể làm cơ sở để nghiên cứu hiện tượng đảo nhiệt đô thị hay hiện tượng vi khí hậu, đặc biệt trong bối cảnh nóng lên toàn cầu. Xuất phát từ lý do trên, nghiên cứu mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt đất với sự phân bố của các kiểu thảm phủ huyện Lộc Bình (Lạng Sơn) sử dụng tư liệu ảnh vệ tinh LANDSAT được thực hiện.

[1]*Trường Đại học Tài nguyên Môi trường Hà Nội*
Email: hahuy@hunre.edu.vn

2. Tư liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Tư liệu sử dụng

Tư liệu sử dụng cho huyện Lộc Bình (Lạng Sơn) là ảnh vệ tinh LANDSAT 8 thuộc bộ cảm OLI thu thập từ website của Cục Điều tra Địa chất Hoa kỳ (USGS) (Hình 1) [11]. Ảnh được thu nhận vào buổi sáng ngày mùa đông hồi 10 giờ 17 phút ngày 30/12/2014. Chất lượng các kênh ảnh đều đạt 9/9, tỷ lệ mây che phủ cho toàn cảnh ảnh là 1,09%. Ảnh vệ tinh đã được chuẩn định với hệ quy chiếu WGS 1984 UTM, Zone 48 North ở mức L1T và sử dụng 455 điểm khống chế mặt đất (GCPs) và DEM (chiết tách từ dữ liệu vệ tinh SRTM) để hiệu chỉnh sai số về hình học. Sai số trung phương trọng số đơn vị hiệu chỉnh hình học trung bình, theo hướng dọc và hướng ngang là 7,595 m, 5,480 m, 5,259 m.



Hình 1.Tổ hợp màu thật ảnh LANDSAT 8 OLI huyện Lộc Bình (Lạng Sơn).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Xác định nhiệt độ bề mặt đất (LST)

Bước 1: chuyển đổi giá trị số nguyên của ảnh sang giá trị bức xạ nhiệt:

Đối với ảnh vệ tinh LANDSAT 8 OLI, giá trị bức xạ nhiệt được chuyển đổi thông qua công thức (1) [9,12]:

$$L_\lambda = M_L.Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

Trong đó: M_L, A_L, lần lượt là hệ số chuyển đổi (các giá trị này được lấy trong file metadata); Q_cal là giá trị số nguyên (DN values) của ảnh.

Bước 2: Xác định nhiệt độ độ sáng:

Nhiệt độ độ sáng được xác định theo công thức (2) [9,13]:

$$T_B = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad (2)$$

Trong đó: T_B là nhiệt độ độ sáng (K); L_λ là giá trị bức xạ phổ trên đỉnh khí quyển [W/(m^2.sr.µm)]; K_1 là hằng số chuyển đổi [W/(m^2.sr.µm)]; K_2 là hằng số chuyển đổi [K].

Giá trị K_1 , K_2, được lấy từ file metadata của ảnh LANDSAT.

Bước 3: Xác định độ phát xạ bề mặt:

Độ phát xạ bề mặt được xác định theo phương pháp do Valor, Caselles (1996) đề xuất trên cơ sở chỉ số thực vật NDVI [9,14]:

$$\varepsilon = \varepsilon_v.f_v + \varepsilon_s.(1 - f_v) \quad (3)$$

Trong đó: ε là độ phát xạ bề mặt; ε_v là độ phát xạ bề mặt của thực vật; ε_s là độ phát xạ bề mặt của đất trống; f_v là tỉ lệ thực vật thành phần chiếm trong một pixel của ảnh.

Bước 4: Xác định nhiệt độ bề mặt đất:

Nhiệt độ bề mặt đất (LST) được xác định theo công thức sau [9,13]:

$$T = \frac{T_B}{1 + \frac{\lambda.T_B}{\rho}.\ln\varepsilon} \quad (4)$$

Trong đó: λ là giá trị bước sóng trung tâm kênh hồng ngoại nhiệt; $\rho = \frac{h.c}{\sigma}$, σ là hằng số Stefan Boltzmann ($5.67.10^{-8}$ ($Wm^{-2}.K^{-4}$)); h là hằng số Plank ($6.626.10^{-34}$J.sec); c là vận tốc ánh sáng (2.998.108 m/sec).

2.2.2. Xác định các kiểu thảm phủ

Các kiểu thảm phủ được xác định bằng phương pháp phân loại có kiểm định sử dụng thuật toán xác suất cực đại (*Maximum Likely-hood*). Phương pháp này được xây dựng trên cơ sở giả thuyết hàm mật độ xác suất tuân theo luật phân phối chuẩn Gauss. Xác suất của một pixel bất kỳ xi nằm trong lớp bất kỳ được xác định theo công thức Bayesian [10]:

$$p(x_i / \Omega_k) = \frac{P(\Omega_k).p(x_i / \Omega_k)}{\sum_{j=1}^{k} P(\Omega_k).p(x_i / \Omega_k)} \quad (5)$$

Trong đó: $P(\Omega_k)$ là xác suất tiền định của lớp Ω, $p(x_i / \Omega_k)$ là xác suất điều kiện có thể xem x thuộc lớp Ω. Nếu dữ liệu giá trị độ xám tuân theo luật phân phối chuẩn Gauss thì xác suất thuộc một lớp nào đó của một pixel được tính theo công thứcvà khi đó pixel này được gán vào lớp mà có xác suất cao nhất [10]:

$$p(\Omega_k / x_i) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{k}{2}}.|Cov_c|^{\frac{1}{2}}} \exp\left\{-\frac{1}{2}(X - \mu_c)(Cov_c)^{-1}(X - \mu_c)^T\right\} \quad (6)$$

Trong đó: X là vector giá trị độ xám của pixel; μ_c là vector giá trị phổ trung bình của lớp C; Cov_c là ma trận phương sai - hiệp phương sai; $|Cov_c|$ là định thức của ma trận phương sai -hiệp phương sai.

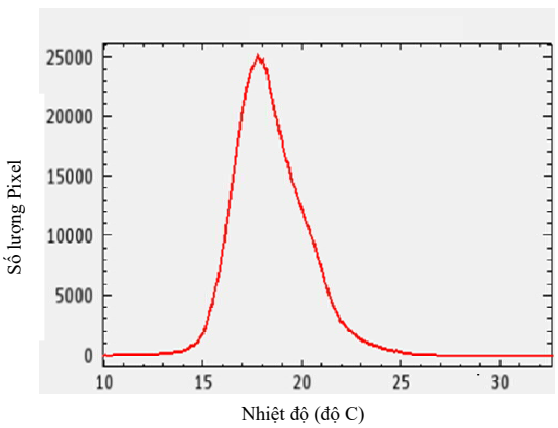
2.2.3. Xác định mối quan hệ giữa LST với các kiểu thảm phủ

Mối quan hệ giữa LST với các kiểu thảm phủ được xác định bằng phương pháp thống kê, trong đó LST tương ứng với từng kiểu thảm phủ được tách riêng nhằm thống kê các thông tin về phạm vi phân bố và trung bình của LST.

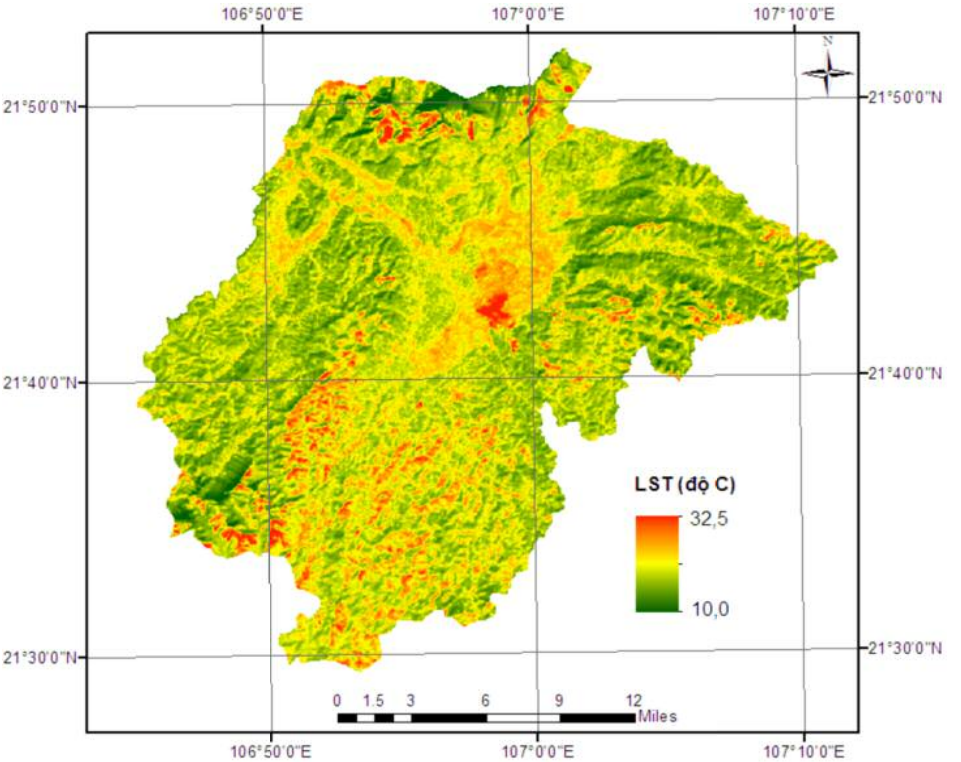
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Nhiệt độ bề mặt (LST)

Kết quả xác định nhiệt độ bề mặt đất (LST) và sự phân bố được thể hiện trong hình 2 và 3.



Hình 2. Biểu đồ tuần suất nhiệt độ bề mặt đất (LST) huyện Lộc Bình (Lạng Sơn)



Hình 3. Sự phân bố nhiệt độ bề mặt đất (LST) huyện Lộc Bình (Lạng Sơn).

Về tổng thể, có thể thấy nhiệt độ huyện Lộc Bình tương đối thấp do đây là khu vực có nhiều đồi núi cao, thảm thực vật dày đặc. Nhiệt độ thấp nhất, cao nhất và trung bình lần lượt là 10,0, 32,5 và 18,0 độ C. Nhiệt độ thấp chủ yếu tập trung ở các xã vùng núi cao như Tam Gia, Tú Mịch, Tĩnh Bắc, Hữ Lân Nhượng Ban, Lục Thôn… Nhiệt độ cao tập trung tại các khu vực đông dân cư (Nam Quan, Ái Quốc, Xuân Dương, Đông Quan, Tú Đoan, Khuất Xã) và nơi khai thác khoáng sản (Na Dương và phía Tây Bắc của Sàn Viên).

3.2. Các kiểu thảm phủ

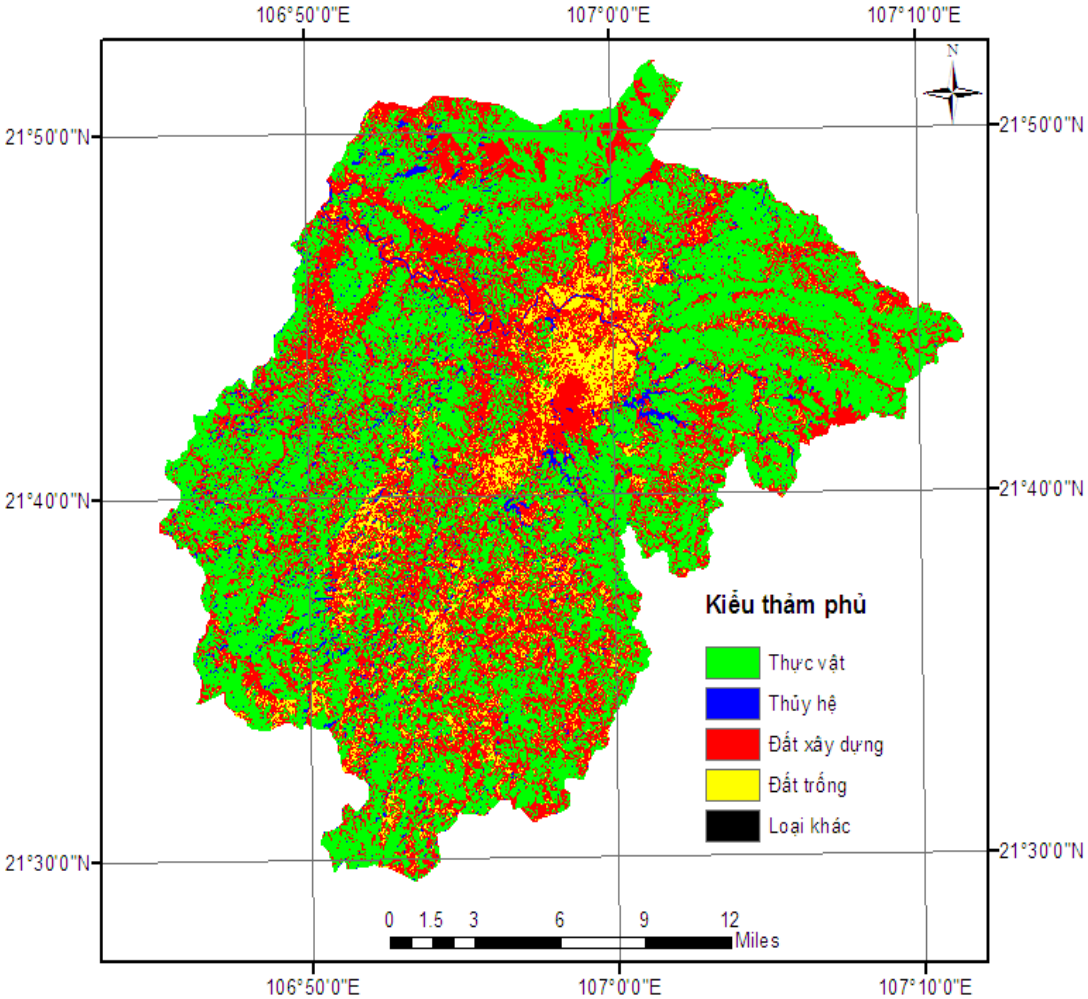
Trong nghiên cứu này, bốn loại thảm phủ được chiết tách từ ảnh vệ tinh, gồm có: thực vật, đất trống, thủy hệ và đất xây dựng với độ chính xác toàn cục và hệ số Kappa lần lượt là 85,1% và 0,81. Sự phân bố các loại thảm phủ được thể hiện trong hình 4, các số liệu thống kê tổng hợp được thể hiện trong bảng 2. Có thể thấy, diện tích thảm thực vật chiếm lớn nhất với 538,3km^2 (chiếm 54% diện tích đất tự nhiên); tiếp theo là diện tích đất xây dựng với 352,2 (chiếm 35,5%) vàdiện tích đất trống với 63,0 km^2 (chiếm 6,3%), thủy hệ có diện tích nhỏ nhất với 44,2 km^2 (chỉ chiếm 4,4%).

Bảng 2. Bảng tổng hợp diện tích các kiểu thảm phủ chính.

STT	Kiểu thảm phủ	Diện tích (km^2)	Tỷ lệ (%)
1	Thực vật	538,3	54,0
2	Thủy hệ	44,2	4,4
3	Đất xây dựng	352,2	35,3
4	Đất trống	63,0	6,3
	Tổng cộng:	997,6	100,0

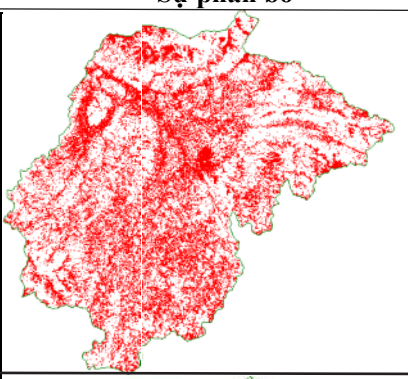
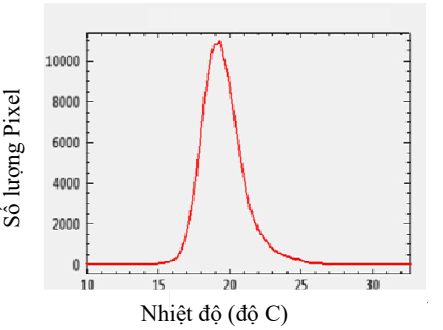
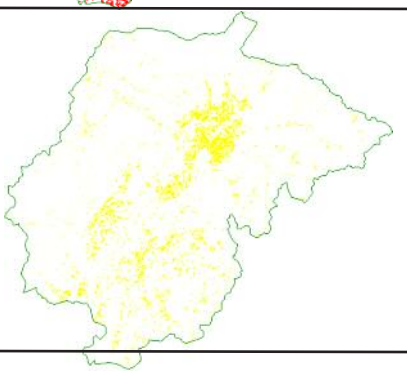
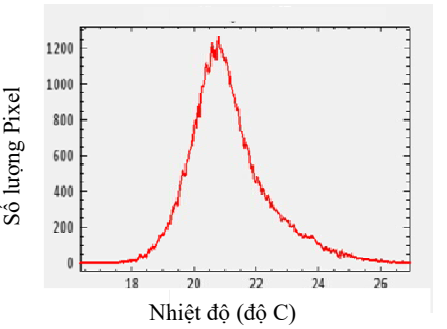
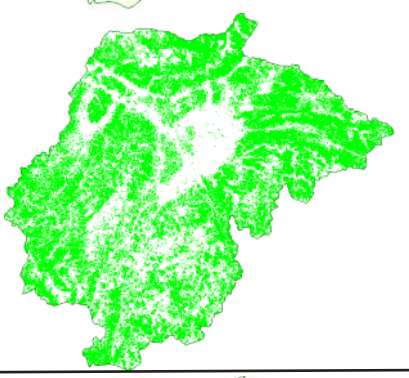
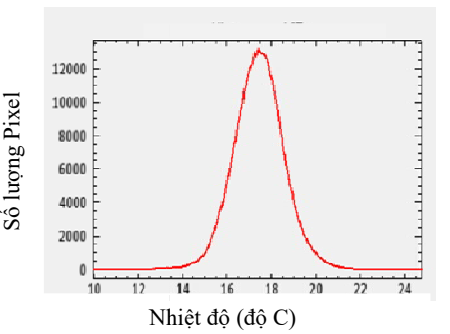
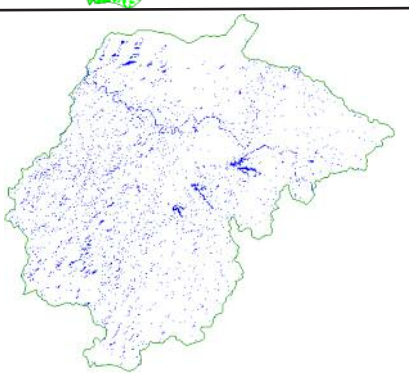
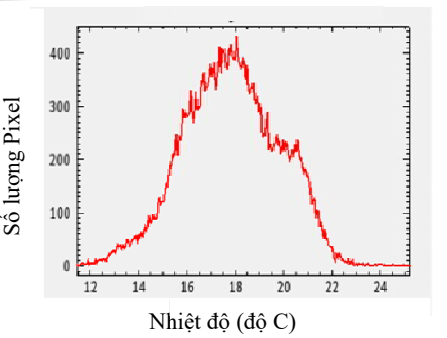
3.3. Quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt đất với các kiểu thảm phủ

Mối quan hệ giữa LST với các kiểu thảm phủ của huyện Lộc Bình (Lạng Sơn) được thể hiện trong hình 5. Kết quả phân tích loại bỏ độ tin cậy thấp trong các khoảng 0 - 5% và 95 - 100 % của biểu đồ tần suất. Đất xây dựng có LST thay đổi trong phạm vi 16 - 30°C với nhiệt độ trung bình là 19°C, cá biệt một số nơi có nhiệt độ cao khoảng 32°C (tập trung tại khu vực khai thác tại mỏ than Na Dương), trong đó biểu đồ tần suất có xu hướng lệch về phía bên phải chứng tỏ nhiều vị trí có LST cao bất thường. LST của đất trống có phạm vi nhỏ hơn trong khoảng 18- 26°C với LST trung bình khoảng 21°C (cao hơn LST trung bình của đất xây dựng).



Hình 4. Các kiểu thảm phủ chính trên huyện Lộc Bình (Lạng Sơn).

Biểu đồ tần suất LST của đất trống hơi lệch về phía đuôi bên phải chứng tỏ nhiều diện tích có LST cao trên LST trung bình. Đối với thảm phủ thực vật, do có độ che phủ của tán lá cây nên LST tương đối thấp, chỉ phân bố trong phạm vi 15 - 22°C, cá biệt có nơi đến 24°C. LST trung bình của thảm thực vật thấp nhất trong bốn loại thảm phủ, 17°C. Biểu đồ tần xuất phân bố tương đối đồng đều sang hai bên, chứng tỏ sự thay đổi về nhiệt độ tương đối đồng đều. Thủy hệ có LST thay đổi trong khoảng 12 - 23°C, cá biệt một số chỗ đạt 24°C. Nhiệt độ trung bình của thủy hệ là 18°C, cao hơn so với thực vật (17°C) nhưng thấp hơn so với đất xây dựng (19°C) và đất trống (21°C).

Thảm phủ	Sự phân bố	Biểu đồ tần suất
Đất xây dựng		
Đất trống		
Thực vật		
Thủy hệ		

Hình 5. Sự phân bố các kiểu thảm phủ và biểu đồ tần suất LST tương ứng cho từng kiểu.

4. Kết luận

Bài báo trình bày cơ sở khoa học và kết quả nghiên cứu mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt đất (LST) với sự phân bố của các kiểu thảm phủ tại huyện Lục Bình (Lạng Sơn) từ ảnh vệ tinh LANDSAT 8 OLI và TIRS vào thời điểm tháng 12/ 2014. Ảnh vệ tinh sau khi tiến hành quá trình hiệu chỉnh hình học và hiệu chỉnh bức xạ được dùng để xác định nhiệt độ bề mặt đất và các kiểu thảm phủ sử dụng thuật toán hàm truyền bức xạ qua tầng khí quyển và phương pháp phân loại xác suất cực đại. Kết quả nghiên cứu cho thấy, LST cao (16 - 30°C) chủ yếu tập trung ở đất xây dựng nơi có mật độ dân cư dày đặc và các khu vực khai thác mỏ, LST thấp hơn (18 - 26°C) xuất hiện ở đất trống, thảm thực vật và thủy hệ có LST thấp nhất lần lượt là 15 - 22°C và 12 - 23°C. LST trung bình của thủy hệ là 18°C, cao hơn so với thực vật (17°C) nhưng thấp hơn so với đất xây dựng (19°C) và đất trống (21°C). Kết quả cho thấy một số kết luận: LST có mối quan hệ chặt chẽ với sự phân bố của các kiểu thảm phủ trên bề mặt trái đất, LST cao chủ yếu do những nơi có độ che phủ thực vật thấp đặc biệt là các khu vực dân cư và điểm khai thác khoáng sản.

Tài liệu tham khảo

1. Liang, S.; Li, X.; Wang (2012), J. Advanced Remote Sensing: Terrestrial Information Extraction and Applications; *Elsevier Science: Amsterdam*, The Netherlands.

2. Sobrino, J.A.; Jimenez-Munoz, J.C.; Paolini, L. (2004), Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5, *Remote Sens. Environ*, 90, 434 - 440.

3. Jimenez-Munoz, J.C.; Sobrino, J.A. (2010), A single-channel algorithm for land-surface temperature retrieval from ASTER data, *IEEE Geosci. Remote Sens*, 7, 176 -179.

4. Jimenez - Munoz, J.C.; Sobrino, J.A (2003), A generalized single - channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data, *J. Geophys. Res.: Atmos*, doi:10.1029/2003JD003480.

5. Qin, Z.; Dall'Olmo, G.; Karnieli, A.; Berliner, P (2001), Derivation of split window algorithm and its sensitivity analysis for retrieving land surface temperature from NOAA-advanced very high resolution radiometer data, *J. Geophys. Res.: Atmos*, 106, 22655 - 22670

6. Weng, Q.; Fu, P.; Gao, F. (2014), Generating daily land surface temperature at LANDSAT resolution by fusing LANDSAT and MODIS data, *Remote Sens. Environ*, 145, 55-67.

7. Coll, C.; Caselles, V.; Valor, E.; Niclòs, R.(2012), Comparison between different sources of atmospheric profiles for land surface temperature retrieval from single channel thermal infrared data, *Remote Sens. Environ*, 117, 199-210.

8. Zhang, J.; Wagner, W.; Prakash, A.; Mehl, H.; Voigt, S (2004), Detecting coal fires using remote sensing techniques, *Int. J. Remote Sens*, 25, 3193-3220.

9. H.A. Huy (2016), *Ứng dụng ảnh vệ tinh LANDSAT 8 OLI xác định độ che phủ thực vật khu vực nội thành Hà Nội*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, 32, 101.

10. Lu D., Weng Q (2007), A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance, *International Journal of Remote Sensing*, 28, 5, 823-870, https://www.usgs.gov/

11. National Aeronautics and Space Administration (NASA), *LANDSAT Science data user's Handbook.*

12. Sobrino, J.A.; Jimenez-Munoz, J.C.; Paolini, L (2004), Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5, *Remote Sens. Environ*, 90, 434-440.

13. Valor E., Caselles V. (1996), Mapping land surface emissivity from NDVI, Application to European African and South American areas, *Remote sensing of Environment*, 57, 167-184.

STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN LAND SURFACE TEMPERATURE AND THE DISTRIBUTION OF LAND COVER TYPES USING REMOTE SENSING TECHNOLOGY - A CASE STUDY OF LOC BINH DISTRICT, LANG SON PROVINCE

Hoang Anh Huy[1]

[1]Ha Noi University of Natural Resources and Environment

Abstract: *Theoretical basis and the results of research on the relationship between land surface temperature (LST) and the distribution of land cover for Luc Binh district of Lang Son provinceusing remotely sensed data are presented. LST and land cover are extracted from LANDSAT 8 OLI and TIRS satellite imageries using the radioactive transfer model and the maximum likely hood classification method. The results show that the high LSTs (16 - 30°C) is mainly concentrated in built land with densely populated areas such as Na Duong, West of San Vien, lower LSTs (18 - 26°C) occurring in bare soils, vegetation and water surface with lowest LSTs of 15 - 22°C and 12 - 23°C, respectively. The average LST of water surface is 18°C, higher than that of vegetation (17°C) but lower than that of built land (19°C) and bare soil (21°C). It can be concluded that LST is strongly correlated with the distributions of land cover types.*

Keywords: *Land surface temperature, land cover types, spatial distribution, Loc Binh district.*