

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

Допускається до захисту

Зав. кафедри геодезії та землеустрою

_____ к.е.н., доцент Сіроштан Т.М.

підпис

« ____ » _____ 2023 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

ВИКОРИСТАННЯ РАДАРНИХ ДАНИХ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ЗМІН ЛІСОВКРИТИХ ПЛОЩ ТЕРИТОРІЇ (НА ПРИКЛАДІ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

Виконав: Дяченко Олександр Васильович

підпис

Керівник к.пед.н., доцент Кочеригін Л.Ю.

підпис

Рецензент

вчене звання, прізвище, ініціали *підпис*

Я, Дяченко О.В., засвічую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Біла Церква 2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет Агробіотехнологічний
Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»**

Затверджую

Гарант ОП «Землеустрій та кадастр»

_____ к.е.н., доцент Прядка Т.М.
підпис

«17» лютого 2023 року

**ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу магістру
Дяченко Олександр Василювичу**

Тема: Використання радарних даних для виявлення змін лісовкритих площ території (на прикладі Черкаської області)

Затверджено наказом ректора № 132/3 від 02.08.2023 р.

Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи в деканат: до «01» грудня 2023 р.

Перелік питань, що розробляються в роботі. Вихідні дані. В роботі розглядається питання геоінформаційного картографування лісовкритих площ території Черкаської області за даними радіолокаційної системи із синтезованою апертурою антени Sentinel-1 (С-діапазону) впродовж 2015-2022 рр. Для вирішення цього питання було використано методи обробки радарних даних (видалення теплового шуму, радіометричне калібрування, корекція рельєфу за допомогою ЦМР SRTM 30, конвертація в децибелі за допомогою логарифмічного масштабування), метод ISODATA, методи геоінформаційного картографування. В якості вихідних даних використано космічні знімки Sentinel-1 за 2015-2022 рр. та матеріали геопорталів.

Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	Березень-травень 2023	Виконано
Методична частина	Червень-серпень 2023	Виконано
Дослідницька частина	Вересень-жовтень 2023	Виконано
Оформлення роботи	Жовтень-листопад 2023	Виконано
Перевірка на плагіат	Початок листопада 2023	Виконано
Подання на рецензування	Листопад 2023	Виконано
Попередній розгляд на кафедрі	Листопад 2023	Виконано

Керівник кваліфікаційної роботи _____ к.пед.н., доцент Кочеригін Л.Ю.
підпис

Здобувач _____ Дяченко О.В.
підпис

Дата отримання завдання «23» грудня 2022 р.

Анотація

Дяченко, О. В. Використання радарних даних для виявлення змін лісовкритих площ території (на прикладі Черкаської області)

Досліджено використання методів дистанційного зондування, та їх практичного застосування для геоінформаційного картографування лісів та інших лісовкритих, а також для аналізу їх змін. Використано методи обробки та інтерпретації радарних даних дистанційного зондування Землі, що дозволяють більш якісно і швидко отримувати необхідну інформацію в порівнянні із наземними методами зондування та моніторингу.

Підтверджено, що дистанційне зондування Землі у С-діапазоні є ефективним засобом для виділення лісів та інших лісовкритих площ.

З'ясовано, ефективність методу кластеризації для виділення лісів та інших лісовкритих площ за радарними даними Sentinel-1.

Виявлено зменшення території лісів та інших лісовкритих площ Черкаської області впродовж 2015-2022 рр. Втрати лісового покриву по Звенигородському, Золотоніському, Уманському та Черкаському районах впродовж 2015-2022 рр. склали 4,14 %, 5,09 %, 2,84 % та 6,62 %, відповідно

Зроблено висновок, що методи дистанційного зондування Землі в поєднанні з геоінформаційними технологіями є ефективним засобом для картографування лісів та інших лісовкритих площ, а також виявлення їх змін.

Одержані результати можуть бути використані ДП «Ліси України» та іншими галузевими підприємствами та організаціями.

Кваліфікаційна робота магістра містить 65 сторінок, 6 таблиць, 24 рисунки, список використаних джерел із 62 найменувань.

Ключові слова: ліси, лісовкриті площі, геоінформаційне картографування, Sentinel-1, ГІС, дистанційне зондування, радарні дані.

ANNOTATION

Dyachenko, O.V. Use of radar data to detect changes in the forest areas (on the example of Cherkasy region).

The use of remote sensing methods and their practical application for geoinformation mapping of forests and other forested areas, as well as for analyzing their changes, is investigated. The methods of processing and interpretation of remote sensing radar data are used, which allow to obtain the necessary information more qualitatively and quickly in comparison with ground-based methods of sensing and monitoring. It is confirmed that remote sensing in the C-band is an effective means for the allocation of forests and other forested areas.

The effectiveness of the clustering method for identifying forests and other forested areas using Sentinel-1 radar data was determined.

The decrease in the territory of forests and other forested areas of the Cherkasy region during 2015-2022 was revealed. The loss of forest cover in Zvenyhorod, Zolotonosha, Uman and Cherkasy districts during 2015-2022 amounted to 4.14 %, 5.09 %, 2.84 % and 6.62 %, respectively.

It is concluded that remote sensing methods in combination with geoinformation technologies are an effective tool for mapping forests and other forested areas, as well as detecting their changes.

The obtained results can be used by the State Enterprise "Forests of Ukraine" and other sectoral enterprises and organizations.

The master's thesis consists of 65 pages, 6 tables, 24 figures, and a list of 62 references.

Key words: forests, forested areas, geographic information mapping, Sentinel-1, GIS, remote sensing, radar data.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бурштинська Х.В. Аерокосмічні знімальні системи: Навч. посібник / Х.В. Бурштинська, С.А. Станкевич. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 316 с.
2. Денисик Г.І. Антропогенне ландшафтознавство: навчальний посібник. Частина I. Глобальне антропогенне ландшафтознавство / Г.І.Денисик. Вінниця: ПП «ТД Видавництво Едельвейс і К», 2012. 306 с.
3. Державне підприємство «Ліси України» [Електронний ресурс]: режим доступу <https://e-forest.gov.ua/>
4. Дистанційне зондування Землі з космосу. Оброблення даних. Терміни та визначення понять : ДСТУ 4758:2007. – [Чинний від 2007-10-01]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2007. – 21 с. – (Національний стандарт України).
5. Дистанційне зондування Землі з космосу. Терміни та визначення понять : ДСТУ 4220-2003. – [Чинний від 2004-10-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 24 с. – (Національний стандарт України).
6. Закон України «Про порядок вирішення окремих питань адміністративно-територіального устрою України» від 28 липня 2023 р.
7. Копієвська Т.М. Сучасний екологічний стан лісів Черкаської області [Електронний ресурс]: режим доступу https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream/6789/1795/1/Ekostan_lisiv_Cherkaskoy_obl.pdf
8. Кохан С.С., Востоков А.Б. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи. Київ: Вища школа, 2009. – 511 с.
9. Кохан С.С., Востоков А.Б. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи. Київ: Вища школа, 2009. – 511 с.
10. Кравцова І. В., Мендусь Т. М. Ліси Черкащини як приклад організації культурного ландшафту. Природничі науки і освіта: збірник наукових праць природничо-географічного факультету. – Умань: Видавничо-поліграфічний центр «Візаві» (Видавець «Сочінський»), 2020. – С. 77-79.

11. Ліщенко Л.П. (2019). Вплив рослинності на сезонну мінливість температурного поля поверхні в місті Київ в межах різних ландшафтно-функціональних зон за супутниковими даними. С.О. Довгий (Ред.), Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях (с.126–130). Київ: ТОВ “Юстон”. ISBN 978-617-7361-99-1.

12. Ліщенко Л.П., Кудряшов, О.І. (2021). Дослідження просторово-часових змін поверхневих температур міста Запоріжжя (Україна) за даними дистанційного зондування Землі. Український журнал дистанційного зондування Землі, 8(3), 27–36. <https://doi.org/10.36023/ujrs.2021.8.3.198>.

13. Ліщенко Л.П., Пазинич Н.В., Філіпович В.Є. (2019). Аналіз розподілу літніх температур поверхні міста Миколаєва за даними теплового діапазону супутників серії Landsat. Український журнал дистанційного зондування Землі, 21, 49–59. <https://doi.org/10.36023/ujrs.2019.21.148>.

14. Лубський М.С. (2017). Методика підвищення інформативності інфрачервоного аерокосмічного знімання на основі субпіксельної обробки сигналів. (Автореф. дис. канд. техн. наук). Київ.

15. Bernal, S., Hedin, L. O., Likens, G. E., Gerber, S., & Buso, D. C. (2012). Complex response of the forest nitrogen cycle to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(9), 3406–3411.

16. Burnett, M.; Chen, D. The Impact of Seasonality and Land Cover on the Consistency of Relationship between Air Temperature and LST Derived from Landsat 7 and MODIS at a Local Scale: A Case Study in Southern Ontario. *Land* 2021, 10, 672. <https://doi.org/10.3390/land10070672>.

17. Canty, M. J. (2019). *Image Analysis, Classification, and Change Detection in Remote Sensing With Algorithms for Python* Fourth edition, CRC Press. 532 p.

18. Chang, Z., Hobeichi, S., Wang, Y.-P., Tang, X., Abramowitz, G., Chen, Y., et al. (2021). New forest aboveground biomass maps of China integrating multiple datasets. *Remote Sensing*, 13(15), 2892.

19. Chao, Z.; Wang, L.; Che, M.; Hou, S. Effects of Different Urbanization Levels on Land Surface Temperature Change: Taking Tokyo and Shanghai for Example. *Remote Sens.* 2020, 12, 2022. <https://doi.org/10.3390/rs12122022>.

20. Chave, J., Condit, R., Aguilar, S., Hernandez, A., Lao, S., & Perez, R. (2004). Error propagation and scaling for tropical forest biomass estimates. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 359(1443), 409–420.

21. Chen, Q., Laurin, G. V., & Valentini, R. (2015). Uncertainty of remotely sensed aboveground biomass over an African tropical forest: Propagating errors from trees to plots to pixels. *Remote Sensing of Environment*, 160, 134–143.

22. Choudhury, U.; Singh, S.K.; Kumar, A.; Meraj, G.; Kumar, P.; Kanga, S. Assessing Land Use/Land Cover Changes and Urban Heat Island Intensification: A Case Study of Kamrup Metropolitan District, Northeast India (2000–2032). *Earth* 2023, 4, 503-521. <https://doi.org/10.3390/earth4030026>.

23. Congalton R. Assessing positional and thematic accuracies of maps generated from remotely sensed data P. Thenkabail (Ed.), *Remote Sensing Handbook, Data Characterization, Classification, and Accuracies*, vol. I, CRC/Taylor & Francis, Boca Raton, FL (2015), pp. 583-601.

24. Das, S.; Angadi, D.P. Land use-land cover (LULC) transformation and its relation with land surface temperature changes: A case study of Barrackpore Subdivision, West Bengal, India. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 2020, 19:100322. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100322>.

25. Dobson, M. C., Ulaby, F. T., LeToan, T., Beaudoin, A., Kasischke, E. S., & Christensen, N. (1992). Dependence of radar backscatter on coniferous forest biomass. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 30(2), 412–415.

26. Drake, J. B., Dubayah, R. O., Clark, D. B., Knox, R. G., Blair, J. B., Hofton, M. A., et al. (2002). Estimation of tropical forest structural characteristics using large-footprint lidar. *Remote Sensing of Environment*, 79(2–3), 305–319.

27. Dubayah, R., Blair, J. B., Goetz, S., Fatoyinbo, L., Hansen, M., Healey, S., et al. (2020). The global ecosystem dynamics investigation: High-resolution laser

- ranging of the Earth's forests and topography. *Science of Remote Sensing*, 1, 100002.
28. Edan, M.H.; Maarouf, R.M.; Hasson, J. Predicting the impacts of land use/land cover change on land surface temperature using remote sensing approach in Al Kut, Iraq. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 2021, 123:103012. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2021.103012>.
29. Filipponi, F., 2019. Sentinel-1 GRD Preprocessing Workflow, in: 3rd International Electronic Conference on Remote Sensing. Presented at the International Electronic Conference on Remote Sensing, MDPI, p. 11.
30. Flannigan, M., Stocks, B., Turetsky, M., & Wotton, M. (2009). Impacts of climate change on fire activity and fire management in the circumboreal forest. *Global Change Biology*, 15(3), 549–560.
31. Fonseka, H.P.U.; Zhang, H.; Sun, Y.; Su, H.; Lin, H.; Lin, Y. Urbanization and Its Impacts on Land Surface Temperature in Colombo Metropolitan Area, Sri Lanka, from 1988 to 2016. *Remote Sens.* 2019, 11, 957. <https://doi.org/10.3390/rs11080957>.
32. Fore, A. G., Chapman, B. D., Hawkins, B. P., Hensley, S., Jones, C. E., Michel, T. R., & Muellerschoen, R. J. (2015). UAVSAR polarimetric calibration. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 53(6), 3481–3491.
33. Gonzales R.C., Woods R.E. Polarization diversity in radars. *Proceedings of the IEEE*, 74(2):245- 269, 1986.
34. Guillaume, H. Masking “No-value” Pixels on GRD Products generated by the Sentinel-1 ESA IPF. ESA Tech. Rep, 2015. Reference MPC-0243, Issue 1.0.
35. Harding, R. B., & Grigal, D. F. (1985). Individual tree biomass estimation equations for plantation-grown white spruce in northern Minnesota. *Canadian Journal of Forest Research*, 15(4), 738–739.
36. Holtzman, N. M., Anderegg, L. D. L., Kraatz, S., Mavrovic, A., Sonnentag, O., Pappas, C., et al. (2021). L-band vegetation optical depth as an indicator of plant water potential in a temperate deciduous forest stand. *Biogeosciences*, 18(2), 739–753.
37. James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). Resampling methods. *An introduction to statistical learning* (pp. 175–201). Springer.

38. Joshi, N. P., Mitchard, E. T. A., Schumacher, J., Johannsen, V. K., Saatchi, S., & Fensholt, R. (2015). L-band SAR backscatter related to forest cover, height and aboveground biomass at multiple spatial scales across Denmark. *Remote Sensing*, 7(4), 4442–4472.

39. Kasischke, E. S., & Turetsky, M. R. (2006). Recent changes in the fire regime across the North American boreal region—Spatial and temporal patterns of burning across Canada and Alaska. *Geophysical Research Letters*, 33(9), L09703.

40. Keller, M., Palace, M., & Hurtt, G. (2001). Biomass estimation in the Tapajos National forest, Brazil: Examination of sampling and allometric uncertainties. *Forest Ecology and Management*, 154(3), 371–382.

41. Kellndorfer, J. M., Walker, W. S., LaPoint, E., Kirsch, K., Bishop, J., & Fiske, G. (2010). Statistical fusion of Lidar, InSAR, and optical remote sensing data for forest stand height characterization: A regional-scale method based on LVIS, SRTM, Landsat ETM+, and ancillary data sets. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 115(G2).

42. Khati, U., Lavallo, M., Shiroma, G. H. X., Meyer, V., & Chapman, B. (2020). Assessment of forest biomass estimation from dry and wet SAR acquisitions collected during the 2019 UAVSAR AM-PM campaign in southeastern United States. *Remote Sensing*, 12(20), 3397.

43. Kraatz, S., Bourgeau-Chavez, L., Battaglia, M., Poley, A., Siqueira, P. (2022). Mapping and Scaling of In Situ Above Ground Biomass to Regional Extent With SAR in the Great Slave Region. *Earth and Space Science*, 9(12), e2022EA002431.

44. Le Toan, T., Quegan, S., Davidson, M. W. J., Balzter, H., Paillou, P., Papathanassiou, K., et al. (2011). The BIOMASS mission: Mapping global forest biomass to better understand the terrestrial carbon cycle. *Remote Sensing of Environment*, 115(11), 2850–2860.

45. Lee, J.S.; Jurkevich, L.; Dewaele, P.; Wambacq, P.; Oosterlinck, A. Speckle filtering of synthetic aperture radar images: A review. *Remote Sens. Rev.* 1994, 8, 313-340.

46. Mitchard, E. T. A., Saatchi, S. S., Woodhouse, I. H., Nangendo, G., Ribeiro, N. S., Williams, M., et al. (2009). Using satellite radar backscatter to predict above-ground woody biomass: A consistent relationship across four different African landscapes. *Geophysical Research Letters*, 36(23), L23401.

47. Park, J.W.; Korosov, A.; Babiker, M. Efficient thermal noise removal of Sentinel-1 image and its impacts on sea ice applications. In the Proceedings of the EGU General Assembly Conference Abstracts, Vienna, Austria, 23–28 April 2017; Volume 19, p. 12613.

48. Rosenqvist, A., & Killough, B. (2018). A Layman's interpretation guide to L-band and C-band synthetic aperture radar data. Retrieved January 8, 2021 ceos.org/ard/files/Laymans_SAR_Interpretation_Guide_2.0.pdf.

49. Roussopoulos, P. J., & Loomis, R. M. (1979). *Weights and Dimensional Properties of Shrubs and Small Trees of the Great Lakes Conifer Forest* (Vol. 178). Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment.

50. Saatchi, S., Marlier, M., Chazdon, R. L., Clark, D. B., & Russell, A. E. (2011). Impact of spatial variability of tropical forest structure on radar estimation of aboveground biomass. *Remote Sensing of Environment*, 115(11), 2836–2849.

51. Schmitt, A., Glaser, B., Borken, W., & Matzner, E. (2008). Repeated freeze–thaw cycles changed organic matter quality in a temperate forest soil. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 171(5), 707–718.

52. Shao, Z., & Zhang, L. (2016). Estimating forest aboveground biomass by combining optical and SAR data: A case study in Genhe, Inner Mongolia, China. *Sensors*, 16(6), 834.

53. Sinha, S., Jeganathan, C., Sharma, L. K., & Nathawat, M. S. (2015). A review of radar remote sensing for biomass estimation. *International journal of Environmental Science and Technology*, 12(5), 1779–1792.

54. Small, D.; Schubert, A. *Guide to ASAR Geocoding*. ESA-ESRIN Technical Note RSL-ASAR-GC-AD, University of Zurich: Zurich, Switzerland, 2008; Volume 1, p. 36.

55. Sun, G., Ranson, K. J., Guo, Z., Zhang, Z., Montesano, P., & Kimes, D.

(2011). Forest biomass mapping from lidar and radar synergies. *DESDynI VEG-3D Special Issue*, 115(11), 2906–2916.

56. Tan, J.; Yu, D.; Li, Q. et al. Spatial relationship between land-use/land-cover change and land surface temperature in the Dongting Lake area, China. *Sci Rep.*, 2020, 10:9245. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66168-6>.

57. Treuhaft, R. N., Law, B. E., & Asner, G. P. (2004). Forest attributes from radar interferometric structure and its fusion with optical remote sensing. *BioScience*, 54(6), 561–571.

58. Vorster, A. G., Evangelista, P. H., Stovall, A. E. L., & Ex, S. (2020). Variability and uncertainty in forest biomass estimates from the tree to landscape scale: The role of allometric equations. *Carbon Balance and Management*, 15, 1–20.

59. Whitman, E., Parisien, M., Thompson, D. K., Hall, R. J., Skakun, R. S., & Flannigan, M. D. (2018). Variability and drivers of burn severity in the northwestern Canadian boreal forest. *Ecosphere*, 9(2), e02128.

60. Wicks, D., Jones, T., & Rossi, C. (2018). Testing the interoperability of sentinel 1 analysis ready data over the United Kingdom. *IEEE International Geoscience and Remote sensing Symposium IGARSS* (pp. 8655–8658). IEEE.

61. Yordanov, V., Brovelli, M.A. (2021). Deforestation mapping using sentinel-1 and object-based random forest classification on google earth engine. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 43 (B3-2021), 865–872.

62. Yu, Y., & Saatchi, S. (2016). Sensitivity of L-band SAR backscatter to aboveground biomass of global forests. *Remote Sensing*, 8(6), 522.