

Техническая информация

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2023-9-1-64-70>

УДК 544.23:678

ОСОБЕННОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРИРОДНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ ФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

М. А. ЗИЛЬБЕРГЛЕЙТ⁺, С. В. НЕСТЕРОВА

Белорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова, 13а, 220006, Минск, Беларусь

Быстрое и надежное распознавание древесных пород имеет большое практическое значение, оказывая потенциальное воздействие на целый ряд областей, включая предполагаемое применение, безопасность строительства, а также выявление незаконных вырубок ценной древесины, контрабанду древесных пород, находящихся под угрозой исчезновения.

Цель работы — оценка физических (спектральных, цветометрических, термических) методов для идентификации древесины.

Рассмотрена возможность использования физических методов анализа для идентификации природных растительных материалов. Необходимость применения такого подхода обусловлена трудоемкостью и неоднозначностью результатов визуального (органолептического) анализа, опирающегося на вербальное описание признаков пород. В качестве основных методов анализа рассмотрены: спектры отражения, томография, цветометрия, качественная флуоресценция. Анализ предложенных подходов показывает, что использование физических методов спектрального анализа пока не получило широкого развития. Не самая высокая эффективность таких исследований сопряжена с отсутствием проверки робастности предложенных методов и трудностью создания полноценной базы данных.

Ключевые слова: идентификация, древесные породы, спектральный анализ, цветометрия, флуоресценция.

FEATURES OF IDENTIFICATION OF NATURAL PLANT POLYMERS BY PHYSICAL METHODS

M. A. ZILBERGLEIT⁺, S. V. NESTEROVA

Belarusian State Technological University, Sverdlov St., 13a, 220006, Minsk, Belarus

Rapid and reliable identification of natural plant materials is of great practical importance, with potential impact on a number of areas, including intended use, construction safety, as well as the detection of illegal logging of valuable timber, smuggling of endangered timber.

The purpose of the work is to evaluate physical (spectral, colorimetric, thermal) methods for the identification of wood.

The possibility of using physical methods of analysis for the identification of natural plant materials is considered. The necessity of using such methods is conditioned by the labor intensity and ambiguity of the results of the visual analysis of the tested wood species. As the main methods of analysis, the following are considered: reflection spectra, tomography, color measurement, quality fluorescence. The analysis of the proposed approaches shows that the use of physical methods of spectral analysis has not yet received wide development. Not the highest efficiency of these methods is associated with the absence of verification of the robustness of the proposed approaches and the difficulty of creating a full-fledged database.

Keywords: identification, wood species, spectral analysis, colorimetry, fluorescence.

⁺Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: mazi@list.ru

Поступила в редакцию 08.12.2022

© М. А. Зильберглейт, С. В. Нестерова, 2023

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в [редакцию журнала](#)
Full text of articles can be purchased from the editorial office

Адрес редакции: ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь
Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

Address: Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus
Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11

E-mail: polmattex@gmail.com
Web: <http://mpri.org.by/izdaniya/pmt/>

Образец цитирования:

Зильберглейт М. А., Нестерова С. В. Особенности идентификации природных растительных полимеров физическими методами // Полимерные материалы и технологии. 2023. Т. 9, № 1. С. 64–70. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2023-9-1-64-70>

Citation sample:

Zil'bergleyt M. A., Nesterova S. V. Osobennosti identifikatsii prirodnnykh rastitel'nykh polimerov fizicheskimi metodami [Features of identification of natural plant polymers by physical methods]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2023, vol. 9, no. 1, pp. 64–70. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2023-9-1-64-70>

Литература

1. Вихров Е. В. Диагностические признаки древесины главнейших лесохозяйственных и лесопромышленных пород СССР. М. : АН СССР, 1959. 132 с.
2. Чепик Ф. А. Определитель деревьев и кустарников. М. : Агропромиздат, 1985. 232 с.
3. Азаров В. И., Буров А. В., Оболенская А. В. Химия древесины и синтетических полимеров : учебник для вузов. СПб. : СПбЛТА, 1999, 628 с.
4. Ухов А. А. Оптические спектрометры с многоэлементными фотоприемниками : дис. доктора техн. наук : 05.11.07. СПб., 2015. 290 с.
5. Воронин А. А. Разработка и исследование спектрального метода и аппаратуры для оперативной идентификации пород древесины : автореф. дис. канд. тех. наук : 05.11.07. СПб., 2011. 20 с.
6. Воронин А. А., Смирнова Е. В., Смирнов А. П. К вопросу идентификации пород древесины с применением метода анализа спектров // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. 2010. № 2 (66). С. 5–10.
7. Афонин Д. Н. Информационно-техническое обеспечение идентификации ценных пород древесины при таможенном контроле // Бюллетень инновационных технологий. 2020. Т. 4, № 1 (13). С. 78–80.
8. Fluorescence: A Secret Weapon in Wood Identification // The Wood Database. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wood-database.com/wood-articles/fluorescence-a-secret-weapon-in-wood-identification/> (дата обращения: 04.09.2020).
9. Люнгетюд Ф., Моте Ф., Бахшиева М. А., Чубинский А. Н., Тамби А. А., Шарпентье П., Бомбардьё В. Исследование процесса идентификации древесных пород по макроскопическим признакам с использованием компьютерной томографии // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2013. № 202. С. 158–167.
10. Freyburger C., Longuetaud F., Mothe F., Constant T., Leban J. M. Measuring wood density by means of X-ray computer tomography // *Annals of Forest Science*, 2009, vol. 66, no. 8, pp. 804–813. doi: 10.1051/forest/2009071
11. Colin F., Mothe F., Freyburger C., Morisset J. B., Leban J.-M., Fontaine F. Tracking rameal traces in sessile oak trunks with X-ray computer tomography: biological bases, preliminary results and perspectives // *Trees. Structure and Function*, 2010, vol. 24, no. 5, pp. 953–967. doi: 10.1007/s00468-010-0466-1
12. Kobayashi K., Hwang S.-W., Okochi T., Lee W.-H., Sugiyama J. Non-destructive method for wood identification using conventional X-ray computed tomography data // *Journal of Cultural Heritage*, 2019, vol. 38, pp. 88–93. doi: 10.1016/j.culher.2019.02.001
13. Зильберглейт М. А., Якубовский С. Ф. Идентификация пород древесины с использованием цветометрических характеристик // Вестник ПГУ. Сер. В. Промышленность. Прикладные науки. 2017. № 3. С. 105–109.
14. Хох А. Н., Галавнёва А. И., Колтович Д. А. Подходы к определению видовой принадлежности древесных пород на основе спектрометрической информации // Судебная экспертиза Беларуси. 2018. № 2 (7). С. 14–18.
15. Gerasimov V. A., Gurovich A. M., Kostin D. K., Selivanov L. M., Simon V. A., Stuchenkov A. B., Paltcev A. V., Uhov A. A. Raman spectroscopy for identification of wood species // *Journal of Physics: Conference Series*, 2016, vol. 741, no. 1, pp. 1–6. doi: 10.1088/1742-6596/741/1/012131
16. Lavine B. K., Davidson C. E., Moores A. J., Griffiths P. R. Raman Spectroscopy and Genetic Algorithms for the Classification of Wood Types // *Appl. Spectrosc.*, 2001, vol. 55, no. 8, pp. 960–966. doi: 10.1366/0003702011953108
17. Ojala T., Pietikäinen M., Mäenpää T. Multiresolution gray-scale and rotation invariant texture classification with local binary patterns //

- IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., 2002, vol. 24, no. 7, pp. 971–987. doi: 10.1109/TRAMI.2002.1017623
18. Vácha P., Haindl M., Suk T. Colour and rotation invariant textural features based on Markov random fields // *Pattern Recognition Letters*, 2011, vol. 32, no. 6, pp. 771–779. doi: 10.1016/j.patrec.2011.01.002
 19. Barmoutis P., Dimitropoulos K., Barboutisa I., Grammalidis N., Lefakis P. Wood species recognition through multidimensional texture analysis // *Computers and Electronics in Agriculture*, 2018, vol. 144, pp. 241–248. doi: 10.1016/j.compag.2017.12.011
 20. Peng Z. Robust wood species recognition using variable color information // *Optik*, 2013, vol. 124, no. 17, pp. 2833–2836. doi: 10.1016/j.ijleo.2012.08.058
 21. Tou J. Y., Lau P. Y., Tay Y. H. Computer vision-based wood recognition system // *Proceedings of the International Workshop on Advanced Image Technology*, 2007, pp. 197–202.
 22. Дружинин Н. А., Дружинин Ф. Н., Жаворонков Ю. М. Использование дендрохронологического метода исследования в ботанических судебных экспертизах // *Лесной журнал*. 2012. № 3. С. 137–142.
 23. Yuliasuti E., Suprijanto, Retno Sasi S. Compact Computer Vision System For Tropical Wood Species Recognition Based On Pores and Concentric curve // 3rd International Conference on Instrumentation Control and Automation (ICA), Bali, Indonesia, 28–30 August 2013. 2013, pp. 198–202. doi: 10.1109/ICA.2013.6734071
 24. Efron B. Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife // *Annals of Statistics*, 1979, vol. 7, no. 1, pp. 1–26. doi: 10.1214/aos/1176344552

References

1. Vikhrov E. V. Diagnosticheskie priznaki drevesiny glavneyshikh lesokhozyaystvennykh i lesopromyshlennykh porod SSSR [Diagnostic signs of wood of the main forestry and forestry species of the USSR]. Moscow : AN SSSR Publ., 1959. 132 p.
2. Chepik F. A. *Opredelitel' derev'ev i kustarnikov* [Qualifier of trees and shrubs]. Moscow : Agropromizdat Publ., 1985. 232 p.
3. Azarov V. I., Burov A. V., Obolenskaya A. V. *Khimiya drevesiny i sinteticheskikh polimerov* [Chemistry of wood and synthetic materials]. Saint-Petersburg : SPbLTA Publ., 1999. 628 p.
4. Ukhov A. A. Opticheskie spektrometry s mnogoelementnymi fotopriemnikami. Diss. dokt. tekhn. Nauk [Optical spectrometers with multi-element photodetectors. Dr. eng. sci. diss.]. Saint-Petersburg, 2015. 290 p.
5. Voronin A. A. Razrabotka i issledovanie spektral'nogo metoda i apparatury dlya operativnoy identifikatsii porod drevesiny. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Development and research of the spectral method and equipment for the operational identification of wood species. PhD tekhn. sci. diss. abstr.]. Saint-Petersburg, 2011. 20 p.
6. Voronin A. A., Smirnova E. V., Smirnov A. P. K voprosu identifikatsii porod drevesiny s primeneniem metoda analiza spektrov [On the question of identifying wood species using the spectra analysis method]. *Nauchno-tekhnicheskiiy vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta informatsionnykh tekhnologiy, mekhaniki i optiki* [Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics], 2010, no. 2 (66), pp. 5–10.
7. Afonin D. N. Informatsionno-tekhnicheskoe obespechenie identifikatsii tsennykh porod drevesiny pri tamozhennom kontrole [Information and technical support for the identification of valuable wood species during customs control]. *Byulleten' innovatsionnykh tekhnologiy* [Bulletin of Innovative Technologies], 2020, vol. 4, no. 1 (13), pp. 78–80.
8. Fluorescence: A Secret Weapon in Wood Identification (2020). Available at: <https://www.wood-database.com/wood-articles/fluorescence-a-secret-weapon-in-wood-identification/> (accessed 4 September 2020).
9. Lyungetyud F., Mote F., Bakhshieva M. A., Chubinskiy A. N., Tambi A. A., Sharpent'e P., Bombard'e V. Issledovanie protsessa identifikatsii drevesnykh porod po makroskopicheskim priznakam s ispol'zovaniem komp'yuternoy tomografii [Investigation of the process of identification of tree species by macroscopic features using computed tomography]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy], 2013, no. 202, pp. 158–167.
10. Freyburger C., Longuetaud F., Mothe F., Constant T., Leban J. M. Measuring wood density by means of X-ray computer tomography. *Annals of Forest Science*, 2009, vol. 66, no. 8, pp. 804–813. doi: 10.1051/forest/2009071
11. Colin F., Mothe F., Freyburger C., Leban J.-M., Morisset J.-B., Fontaine F. Tracking rameal traces in sessile oak trunks with X-ray computer tomography: biological bases, preliminary results and perspectives. *Trees. Structure and Function*, 2010, vol. 24, no. 5, pp. 953–967. doi: 10.1007/s00468-010-0466-1
12. Kobayashi K., Hwanga S.-W., Okochi T., Lee W.-H., Sugiyama J. Non-destructive method for wood identification using conventional X-ray computed tomography data. *Journal of Cultural Heritage*, 2019, vol. 38, pp. 88–93. doi: 10.1016/j.culher.2019.02.001
13. Zil'bergleyt M. A., Yakubovskiy S. F. Identifikatsiya porod drevesiny s ispol'zovaniem tsvetometricheskikh kharakteristik [Identification of wood species using colorimetric characteristics]. *Vestnik PGU. Ser. B. Promyshlennost'. Prikladnye nauki* [Bulletin of PSU. Ser. B. Industry. Applied Sciences], 2017, no. 3, pp. 105–109.
14. Khokh A. N., Galavneva A. I., Koltovich D. A. Podkhody k opredeleniyu vidovoy prinadlezhnosti drevesnykh porod na osnove spektrometricheskoy informatsii [Approaches to Determining the Species of Tree Species Based on Spectrometric Information] *Sudebnaya ekspertiza Belarusi* [Judicial expertise of Belarus], 2018, no. 2 (7), pp. 14–18.
15. Gerasimov V. A., Gurovich A. M., Kostin D. K., Selivanov L. M., Simon V. A., Stuchenkov A. B., Paltcev A. V., Uhov A. A. Raman spectroscopy for identification of wood species. *Journal of Physics: Conference Series*, 2016, vol. 741, no. 1, pp. 1–6. doi: 10.1088/1742-6596/741/1/012131
16. Lavine B. K., Davidson C. E., Moores A. J., Griffiths P. R. Raman Spectroscopy and Genetic Algorithms for the Classification of Wood Types. *Applied Spectroscopy*, 2001, vol. 55, no. 8, pp. 960–966. doi: 10.1366/0003702011953108
17. Ojala T., Pietikäinen M., Mäenpää T. Multiresolution gray-scale and rotation invariant texture classification with local binary patterns. *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, 2002, vol. 24, no. 7, pp. 971–987. doi: 10.1109/TRAMI.2002.1017623
18. Vácha P., Haindl M., Suk T. Colour and rotation invariant textural features based on Markov random fields. *Pattern Recognition Letters*, 2011, vol. 32, no. 6, pp. 771–779. doi: 10.1016/j.patrec.2011.01.002
19. Barmoutis P., Dimitropoulos K., Barboutisa I., Grammalidis N., Lefakis P. Wood species recognition through multidimensional texture analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2018, vol. 144, pp. 241–248. doi: 10.1016/j.compag.2017.12.011
20. Peng Z. Robust wood species recognition using variable color information. *Optik*, 2013, vol. 124, no. 17, pp. 2833–2836. doi: 10.1016/j.ijleo.2012.08.058
21. Tou J. Y., Lau P. Y., Tay Y. H. Computer vision-based wood recognition system. *Proceedings of the International Workshop on Advanced Image Technology*, 2007, pp. 197–202.
22. Дружинин Н. А., Дружинин Ф. Н., Жаворонков Ю. М. Ispol'zovanie dendrokronologicheskogo metoda issledovaniya v botanicheskikh sudebnykh ekspertizakh [Use of the dendrochronological research method in botanical forensic examinations]. *Lesnoy zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2012, no. 3, pp. 137–142.
23. Yuliasuti E., Suprijanto, Retno Sasi S. Compact Computer Vision System For Tropical Wood Species Recognition Based On Pores and Concentric curve. *3rd International Conference on Instrumentation Control and Automation (ICA), Bali, Indonesia, 28–30 August 2013*.

- 2013, pp. 198–202. doi: 10.1109/ICA.2013.6734071
24. Efron B. Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife. *Annals of Statistics*, 1979, vol. 7, no. 1, pp. 1–26. doi: 10.1214/aos/1176344552
-