

ПАРАЎНАЛЬНЫ АНАЛІЗ МЕТАДАЎ ВЫЗНАЧЭННЯ ВОБЛАЧНАСЦІ НА АЭРАКАСМІЧНЫХ ЗДЫМКАХ

Лабоха А.К., Шамына А.Ю.

Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт інфарматыкі і радыёэлектронікі
г. Мінск, Рэспубліка Беларусь

Лапіцкая Н.В. – канд. тэхн. навук, дацэнт

У дадзеным артыкуле аналізуецца эфектыўнасць выкарыстання розных метадаў вызначэння воблачнасці на аэракасмiчных здымках для далейшага выкарыстання здымкаў для маніторынгу экалагiчных аб'ектаў. Прапануваецца метадавы вызначэння воблачнасці ў межах экалагiчных аб'ектаў на падставе дапушчальнага дыяпазону значэнняў.

Вызначэнне ўзроўню пажарнай небяспекі ў лясках з'яўляецца адной з значных задач маніторынгу экалагiчных аб'ектаў. Істотнай з'яўляецца мажлівасць выкарыстання для гэтага дадзеных дыстанцыйнага зандзіравання Зямлі, што было яскрава прадэманстраванае выкананымі даследаваннямі [1, 2]. Адметнай перавагай такога падыходу з'яўляецца значна меншыя фінансавыя выдаткі праз адсутнасць неабходнасці размяшчэння сеткі фізічных датчыкаў для збору фактычных дадзеных аб стане расліннасці.

Пры гэтым істотным з'яўляецца пытанне вызначэння пікселяў аэракасмiчнага здымку, якія ўтрымліваюць фрагменты воблачнасці замест звестак аб расліннасці на Зямлі. Гэтыя фрагменты здымкаў неабходна выключаць з далейшай апрацоўкі ці замяняць менш актуальнымі з папярэдніх здымкаў, бо выкарыстанне гэтых пікселяў ў якасці звестак аб расліннасці прывядзі да памылковых вынікаў. Адпаведна паўстае пытанне аб выбары метаду для вызначэння пікселяў з воблачнасцю, асабліва з улікам існавання розных тыпаў аб'ектаў.

Вынікі працы спадарожнікаў сістэмы Sentinel-2 утрымліваюць слой з класіфікацыяй сцэн здымкаў SCL [3], якая адзначае пікселі з рознымі воблакамі ці ценямі ад іх; падобная класіфікацыя з'яўляецца асновай для першага метаду. Другі метадавы заснаваны на алгарытме Браатэна-Коэна-Янга [4], які выкарыстоўвае пароговаую ўмову для вызначэння наяўнасці воблачнасці. Эфектыўнасць гэтага метаду складае 73% дакладнасці класіфікацыі па набору дадзеных Hollstein. Умова наяўнасці воблачнасці ў пікселю можа быць запісана для здымкаў спадарожніка Sentinel-2 наступным чынам [5]:

$$((B3 > 0.175) \vee ((B3 - B4) / (B3 + B4) > 0)) \text{ АБО } (B3 > 0.39) \quad (1),$$

дзе $B3$, $B4$ – спектральныя каналы спадарожніка Sentinel-2.

У якасці трэцяга метаду прапанаваны метадавы выключна для мэт экалагiчнага маніторынгу, які заснаваны на аналізе дыяпазону значэнняў пікселяў, якія знаходзяцца ў межах лясных кварталаў і, адпаведна, змяшчаюць звесткі пра расліннасць. Быў выкананы аналіз спектральнага каналу $B2$ розных здымкаў спадарожнікаў з адсоткам воблачнасці ад 0% да 50% і вышэй, які прадэманстравалі, што звесткі аб лясной расліннасці знаходзяцца пераважна ў дыяпазоне ад 200 да 400, у той час як пікселі з воблачнасцю маюць значэнні вышэй за 800-1000. Гэтае дазваляе вылучыць гіпотэзу, што замена пікселяў са значэннямі, большымі за 1000, дазволіць замяніць значную частку пікселяў з воблачнасцю, пры гэтым не закране карысныя звесткі аб расліннасці ў лясных кварталах.

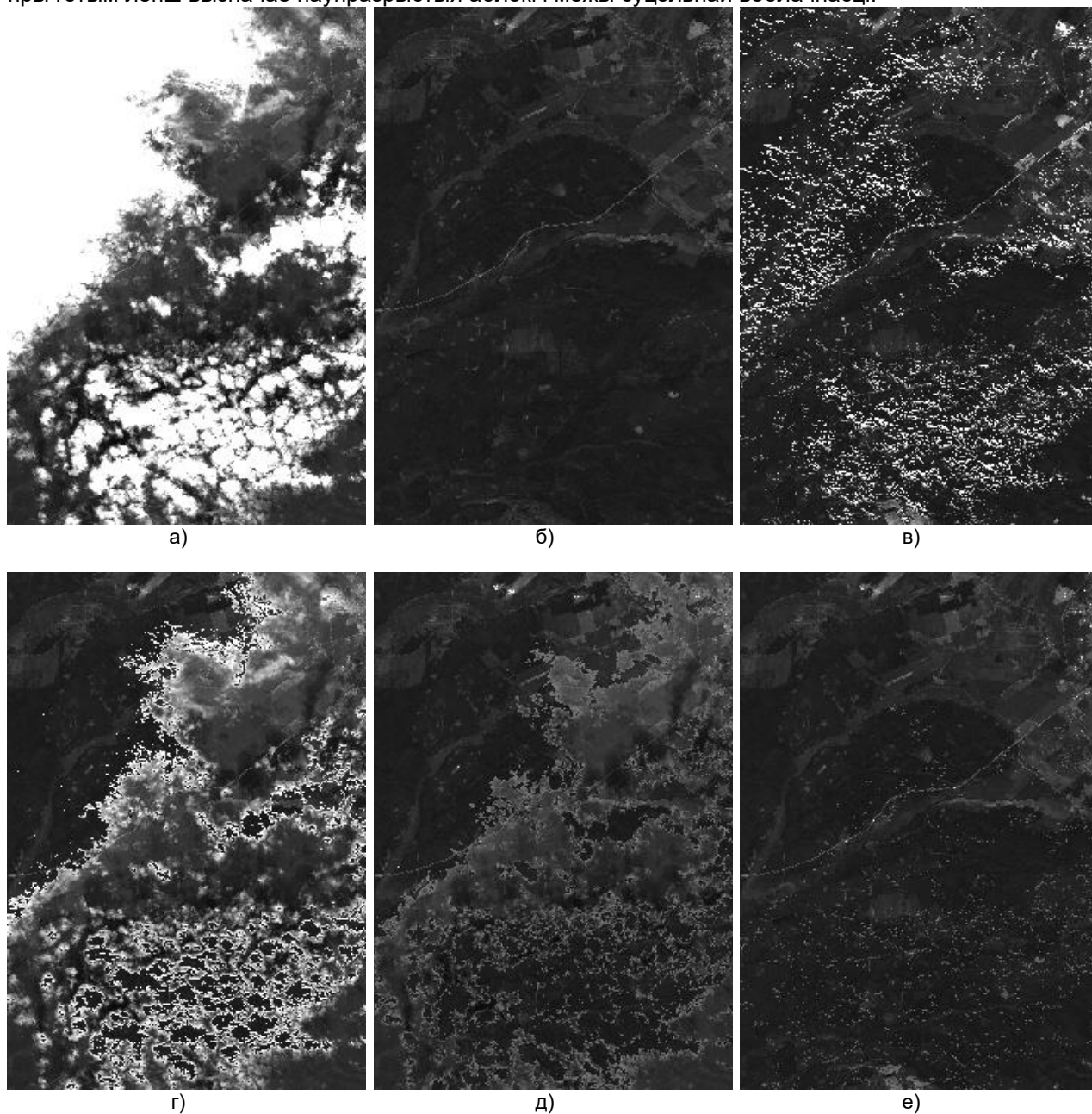
На малюнку 1 прадстаўлена параўнанне вынікаў прымянення розных метадаў для зыходнага здымку тэрыторыі Валожынскага лясгасу ад 17.06.2020 (мал. 1, а), які змяшчае розныя тыпы воблачнасці. Пасля вызначэння наяўнасці воблачнасці ў пікселі адбывалася яго замена на піксель са здымку ад 10.06.2020 (мал. 1, б), на якім адсутнічае воблачнасць, для візуальнай дэманстрацыі вынікаў выкарыстання кожнага метаду. Вынік ужывання метаду Браатэна-Коэна-Янга прадстаўлены на малюнку 1, в; метаду на падставе класіфікацыі сцэн Sentinel-2 – на малюнку 1, г; прапанаванага метаду на падставе дыяпазону значэнняў – на малюнку 1, д. Таксама гэтыя тры метады былі паслядоўна ужыты да зыходнага здымку, вынік прадэманстраваны на малюнку 1, е. Усе малюнкi для рэпрэзентатыўнага візуальнага параўнання прадстаўлены ў градыенце ад чорнага да белага ў дыяпазоне ад 0 да 2000.

Выкананы візуальны аналіз дазваляе зрабіць наступныя высновы наконт аналізаваных метадаў:

1) Метадавы Браатэна-Коэна-Янга лепш за іншыя метады вызначае празрыстыя і паўпразрыстыя аб'екты, як і цені ад аб'ектаў, але разам з тым горшы пры апрацоўцы суцэльнай воблачнасці, бо не вызначае асобныя пікселі ў межах вялікага воблака.

2) Метад на падставе класіфікацыі сцэн SCL добра вызначае суцэльную воблачнасць, але дрэнна апрацоўвае пікселі ў дымцы і цені аблокаў, а таксама мае праблемы з празрыстымі і паўпразрыстымі краямі аблокаў, вызначаючы выключна частку пікселяў у цэнтры такіх аблокаў.

3) Прапанавы для экалагічнага маніторынгу метадаў на падставе аналізу значэнняў у спектральным канале В2 мае эфектыўнасць, падобную да метадаў на падставе класіфікацыі SCL, пры гэтым лепш вызначае паўпразрыстыя аблокі і межы суцэльнай воблачнасці.



Малюнак 1 – Спектральны канал В2: а) здымка за 17.06.2020 без апрацоўкі; б) здымка 10.06.2020 без апрацоўкі; в) здымка за 17.06.2020 з заменай пікселяў з воблачнасцю метадам Браатэна-Коэна-Янга; г) здымка за 17.06.2020 з заменай пікселяў на падставе класіфікацыі сцэн SCL; д) здымка за 17.06.2020 з заменай пікселяў на падставе дыяпазону значэнняў пікселяў; е) здымка за 17.06.2020 з заменай пікселяў паслядоўным выкарыстаннем ўсіх трох метадаў

4) Паслядоўнае выкарыстанне трох вышэйзгаданых метадаў дазваляе скарыстаць іх перавагі і ўзаемна паменшыць недахопы кожнага метада. Атрыманы ў выніку здымак мае найменшую колькасць воблачнасці ў параўнанні з вынікамі працы метадаў паасобку.

Праведзенае даследаванне відавочна дэманструе, што сумеснае выкарыстанне метадаў вызначэння воблачнасці на аэракасічных здымках мае найбольшую эфектыўнасць. Варта адзначыць, што ў выпадку вырашэння вузкаспецыялізаванай задачы фільтрацыя пікселяў на падставе дапушчальнага дыяпазону сапраўды можа павысіць якасць вызначэння воблачнасці.

Спіс выкарыстаных крыніц:

1. Chowdhury E.H.; Hassan Q.K. Development of a New Daily-Scale Forest Fire Danger Forecasting System Using Remote Sensing Data. *Remote Sens.* 2015, 7, p. 2431-2448. <https://doi.org/10.3390/rs70302431>.
2. Ahmed M.R.; Hassan Q.K.; Abdollahi M.; Gupta A. Introducing a New Remote Sensing-Based Model for Forecasting Forest Fire Danger Conditions at a Four-Day Scale. *Remote Sens.* 2019, 11, 2101. <https://doi.org/10.3390/rs11182101>.
3. Level-2A Algorithm - Sentinel-2 MSI Technical Guide - Sentinel Online [Электронны рэсурс]. – Рэжым доступу: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/technical-guides/sentinel-2-msi/level-2a/algorithm/> – Дата доступу: 11.01.2022
4. Braaten, Justin, W. B. Cohen and Zhiqiang Yang. "Automated cloud and cloud shadow identification in Landsat MSS imagery for temperate ecosystems." *Remote Sensing of Environment* 169 (2015): p. 128-138.
5. Braaten-Cohen-Yang cloud detector | Sentinel-Hub custom scripts [Электронны рэсурс]. – Рэжым доступу: https://custom-scripts.sentinel-hub.com/sentinel-2/cby_cloud_detection/ – Дата доступу: 12.01.2022