

Список использованных источников

1. Мастицкий, С. Анализ временных рядов с помощью R [Электронный ресурс] / С. Мастицкий – Режим доступа <https://ranalytics.github.io/tsa-with-r/intro.html> /. – Загл. с экрана.
2. Архив курса валют [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://etalonline.by/spravochnaya-informatsiya/valuta/arch/> – Загл. с экрана
3. Прогнозирование временных рядов с помощью Prophet: параметры моделей [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://r-analytics.blogspot.com/2019/09/prophet.html> – Загл. с экрана

УДК 004.021

РАСПРАЦОЎКА МЕТОДЫКІ ВЫЗНАЧЭННЯ ЁЗРОЎНЮ ПАЖАРНАЙ НЕБЯСПЕКІ ЛЯСОЎ З ВЫКАРЫСТАННЕМ АЭРАКАСМІЧНЫХ ЗДЫМКАЎ

А.К. Лабоха

Беларускі дзяржаўны універсітэт інфарматыкі і радыёэлектронікі, Мінск,
Беларусь, labokha.poit@bsuir.by

This article discusses the design and development of a new system for the forest fire hazard level determining, which uses aerospace survey data to assess the vegetation state. The analysis of existing methods for determining fire hazard level in forests, including those using remote sensing data, was carried out. The main principles of building such a system using satellite images for Belarus have been discussed. The designed system results and the differences with the current methodology are demonstrated.

Вызначэнне ўзроўню пажарнай небяспекі лясоў ажыццяўляецца у адпаведнасці з дзейным стандартам СТБ 1408-2003 па разлічаным значэнні комплекснага паказніка Дзічанкова, які ўлічвае толькі дадзеныя тэмпературы паветра і пункта расы ў 14 гадзін дня і колькасць сухіх сутак, у якіх сума ападкаў не перавышае 2,6 мм. У залежнасці ад паказніка Дзічанкова і сумы ападкаў за апошнія 10 сутак вызначаецца клас гарымасці (пажарнай небяспекі) лясоў [1]. Астатнія паказнікі, такія як насычанасць раслін вільгаццю, колькасць сухой расліннасці ды іншыя, нягледзячы на мажлівасць уплыву на пажарны стан лясоў, фактычна не ўлічваюцца ў разліках. Гэткі падыход на справе мае залежнасць ад фактычнага размяшчэння метэастанцый (пры выкарыстанні фактычных дадзеных надвор'я), мае невысокія часавыя (разлік адбываецца раз на суткі, не прапануецца прагнозу развіцця становішча) і прасторавыя (апісаны падыход больш падыходзіць для вызначэння становішча на вялікіх плошчах і не дазваляе дыферэнцыяваць пажарнае становішча ў межах вобласці ці драбнейшай адзінцы) характарыстыкі.

У якасці альтэрнатывы падобнаму падыходу можна разгледзіць сістэмы вызначэння пажарнай небяспекі лясоў у іншых краінах. Так, у Польшчы, у адпаведнасці з прынятымі ў 2015-м годзе зменамі ў заканадаўства [2], вызначэнне гарымасці лясоў ажыццяўляецца на падставе дадзеных датчыкаў, якія размешчаны непасрэдна ў лясах і вымяраюць вільготнасць подсілкі, тэмпературу паветра,

адносную вільготнасць паветра і колькасць. Разам з нарматывамі па колькасці станцый вымярэнняў на адзінку плошчы розных катэгорый лясоў гэта ўтварае дастаткова эфектыўны механізм кантроль стану лясога фонду.

Аднак размяшчэнне мноства датчыкаў патрабуе як папярэднй апрабачыі, так і значных фінансавых інвестыцый, таму варта ўвагі падыход навукоўцаў з Канады, якія прапанавалі метадку вызначэння ўзроўню пажарнай небяспекі лясоў на падставе дадзеных аэракасічных здымкаў [3,4]. Для вызначэння стану лясога фонду выкарыстоўваюцца вегетацыйныя індэкс – лікавыя паказнікі, звычайна выведзеныя эмпірычна, якія разлічваюцца ў выніку аперацый з рознымі спектральнымі каналамі здымкаў і дазваляюць ацаніць параметры расліннасці ў абраным пікселе. Былі абраныя і разлічаныя для кожнага пікселя тры вегетацыйныя індэкс (тэмпература паверхні TS, нармалізаваны рознасны вегетацыйны індэкс NDVI, нармалізаваны шматканальны індэкс засухі NMDI) і паказнік колькасці назапашанай вільгаці PW. У выніку параўнання значэння паказніка ў пікселе з сярэднім па аналізаванай тэрыторыі кожны піксель атрымлівае 0 ці 1 бал як адлюстраванне ўзроўню ўплыву гэтага фактара. Сумарна кожны піксель атрымоўвае суму балаў ад 0 да 4, якая адпавядае аднаму з пяці ўзроўняў пажарнай небяспекі. Сярэдняе значэнне гэтай сумы, атрыманай для канкрэтнай тэрыторыі, дазваляе ацэньваць узровень пажарнай небяспекі.

Варта зазначыць, што прасты перанос досведу замежных спецыялістаў немажлівы без адаптацыі пад умовы канкрэтнай мясцовасці. Ужыванне вышэйзгаданай метадку на вялікай плошчы, якая змяшчае розныя кліматычныя зоны, дазваляе істотна рангаваць паказчыкі стану расліннасці і ў выніку дакладна вызначыць узровень пажарнай небяспекі. Аднак для тэрыторыі Беларусі, якая не мае гэтых значных кліматычных адрозненняў, гэты падыход не з'яўляецца аптымальным, бо яго выкарыстанне пры аднолькава высокім ці нізкім ўзроўню пажарнай небяспекі на ўсёй краіне можа прывесці да атрымання супрацьлеглага ўзроўню праз выключна параўнанне значэнняў без уліку абсалютных паказчыкаў.

Іншым істотным момантам з'яўляецца даступнасць аэракасічных дадзеных: перыядычнасць выканання здымкаў і іх якасць. Перыядычнасць выканання высакаякасных здымкаў спадарожнікамі сістэм дыстанцыйнага зандавання Sentinel-2 і Landsat 8 складае ад 3 да 7 дзён, таму варта выкарыстоўваць некалькі крыніц здымкаў адначасова. Выкарыстанне іншых сістэм, такіх як MODIS, дазваляе атрымліваць здымкі часцей (раз на суткі), але з меншым прасторавым дазволам і меншай колькасцю спектральных каналаў здымка. У любым выпадку, трэба ўлічваць праблему наяўнасці воблачнасці на здымку, бо ў адпаведнасці са шматгадовай статыстыкай [5], прыблізна 50-60% дзён з'яўляюцца воблачнымі (пры выкананні здымка ў поўдзень). Аналіз наяўных фотаздымкаў за мінулыя гады цалкам падцвярджае наяўнасць гэтай праблемы: для тэрыторыі Валожынскага лягасу з сакавіка па кастрычнік (245 дзён) 2019 году толькі 61 здымак сістэмы Sentinel-2 меў ступень хмарнасці менш за 20%, у 2020-м годзе такіх здымкаў было толькі 36 [6].

Адпаведна, прапанаваная сістэма павінна мець абарону ад узроўню хмарнасці. Мажліва выкарыстаць алгарытмы знаходжання хмарнасці на здымку, але ў най-

горшым выпадку (суцэльная хмарнасць падчас аднаго ці некалькіх запар здымкаў) яны таксама не здольныя выправіць становішча. Выйсцем з гэтай сітуацыі з'яўляецца распрацоўка метадыкі, якая сумяшчала б як аэракасмічныя дадзеныя, якія дазваляюць аператыўна ацэньваць стан расліннасці, так і іншыя дадзеныя, якія дазваляюць ацэньваць стан пажарнай небяспекі лясоў у выпадку часовай недаступнасці аэракасмічных дадзеных. Паколькі колькасць ападкаў, тэмпература паверхні і іншыя звесткі могуць быць атрыманыя незалежна ад дадзеных спадарожнікаў, слухным варыянтам з'яўляецца іх выкарыстанне для першаснай ацэнкі ўзроўню пажарнай небяспекі, каб пасля гэтае значэнне – у выпадку наяўнасці разлічаных па спадарожнікавых здымках вегетацыйных індэксаў – скарэктаваць для атрымання канчатковай ацэнкі ўзроўню пажарнай небяспекі ў лясах.

У якасці базавага паказніка (з дыяпазнам значэнняў ад 1 да 5, якія апавядаюць 5 класам пажарнай небяспекі) для першаснай ацэнкі пажарнага становішча якраз можа выкарыстоўвацца паказнік Дзічанкова, што забяспечыць пераемнасць падыходаў. Аднак гэты паказнік таксама з'яўляецца створаным штучна і не пазбаўлены недахопаў (так, яго абнуленне адбываецца ў адпаведнасці з сумай ападкаў, якія выпалі за суткі, аднак абгрунтавання значэнняў патрэбнай колькасці ападкаў не прыведзена), таму патэнцыйна надалей можа быць заменены на іншы. У якасці крыніцы метэаралагічных звестак выкарыстоўваўся набор дадзеных ERA5.

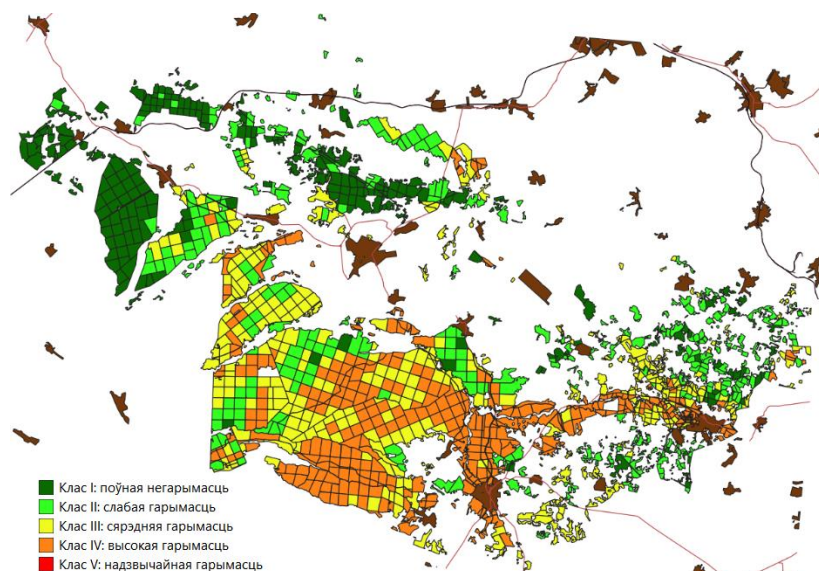
Для карэкцыі базавага паказніка былі абраныя тры вегетацыйныя індэксы. Індэкс наяўнасці «сухога» вугляроду PSRI выкарыстаны для ацэнкі колькасці біямасы, якая з'яўляецца сухой ці пачала адміраць. Для ацэнкі вільготнасці паверхні скарыстаны індэкс DMCI, што дазваляе ацаніць сухасць расліннага покрыва. Вільготнасць расліннасці будзе вызначацца па значэннях нармалізаванага рознаснага воднага індэкса NDWI.

Табліца 1 – Карэктавальныя каэфіцыенты кварталляў

| | | | | |
|------------------------------------|-----|-----|----|----|
| Квартыль (для індэксаў PSRI, DMCI) | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Квартыль (для індэкса NDWI) | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Карэктавальны каэфіцыент K_i | -12 | -16 | 16 | 12 |

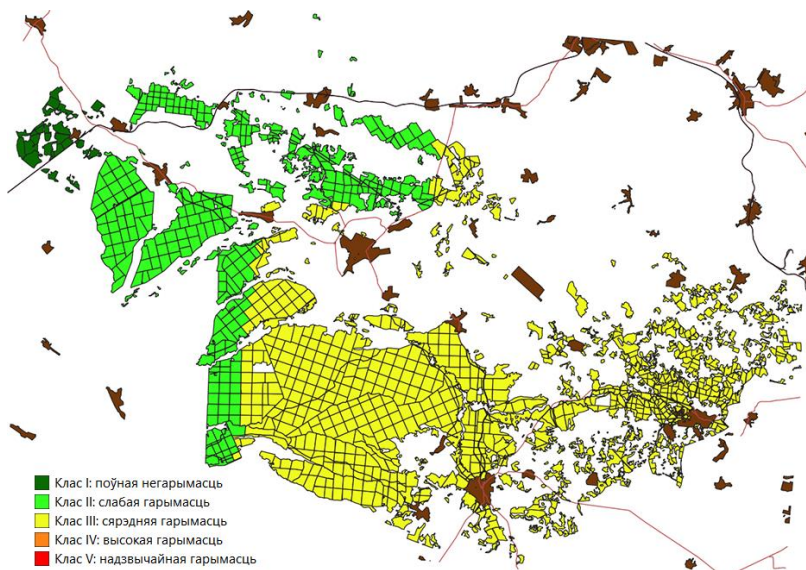
Вегетацыйныя індэксы з'яўляюцца эмпірычна выведзенымі паказнікамі, адпаведна пакуль цяжка выкарыстоўваць іх абсалютныя значэнні, таму рацыянальна скарыстаць вышэйзгаданы падыход з параўнаннем значэння ў пікселе з сярэднім па аналізаванай тэрыторыі. Даць лепшыя вынікі можа падзяленне значэнняў пікселяў не на дзве групы адносна сярэдняга значэння, а па чатырох кварталлях (з выкарыстаннем квантыляў $Q_1 = 0,25$, $Q_2 = 0,5$ і $Q_3 = 0,75$), пры гэтым кожнаму кварталю для ўсіх вегетацыйных індэксаў адпавядае свой карэктавальны каэфіцыент (табліца 1). Выніковы паказнік вызначаецца як сума базавага паказніка з усімі карэктавальнымі каэфіцыентамі, дзе 1 адпавядае поўнай негарымасці, а 5 – надзвычайнай гарымасці.

Былі праведзены разлікі класаў пажарнай небяспекі паводле прапанавай метадыкі для тэрыторыі Валожынскага лягасу на 10 чэрвеня 2020 году (выбар даты абумоўлены нізкім узроўнем хмарнасці на здымках), вынікі падзялення лясных кварталляў бачныя на рысунку 1.



Малюнак 1 – Карта размеркавання лясных кварталаў на класах пажарнай небяспекі на 10.06.2020 на прапанаванай методыцы

Параўнальны аналіз падзялення лясных кварталаў на класы пажарнай небяспекі паводле прапанаванай методыкі і стандарту СТБ 1408-2003 дазваляе заўважыць, што выкарыстанне вегетацыйных індэксаў у якасці ацэнкі стану расліннасці дазваляе больш дэталёва прарангаваць лясы па ўзроўню пажарнай небяспекі.



Малюнак 2 – Карта размеркавання лясных кварталаў на класах пажарнай небяспекі на 10.06.2020 на методыцы СТБ 1408-2003

Гэта, у сваю чаргу, мае істотнае значэнне для найбольш эфектыўнага правядзення прафілактычных мерапрыемстваў і размеркавання існуючых рэсурсаў. Варта зазначыць: няхай гэты падыход і патрабуе далейшай апрабавы і, магчыма, удасканалення, аднак ужо істотна павышае прасторавыя характарыстыкі ацэнкі пажарнай небяспекі, бо дазваляе пераходзіць ад ўзроўню раёнаў да непасрэдна лясных кварталаў.

Спіс выкарыстаных крыніц

1. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг аэрокосмический. Номенклатура контролируемых параметров чрезвычайных ситуаций: СТБ 1408-2003 (ГОСТ Р 22.1.04-96): [введен впервые: дата введения 01.01.2004]. – Минск: Госстандарт, БелГИСС, печ. 2003. – III, 9 с.
2. Rozporządzenie Ministra Środowiska № 1070 z dnia 13 lipca 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych zasad zabezpieczenia przeciwpożarowego lasów [Электронны рэсурс]. – Рэжым доступу: <https://www.teraz-srodowisko.pl/prawo/rozporzadzenie-z-dnia-13-07-2015-dz.u.-2015-poz.-1070-820.html> – Дата доступу: 08.09.2021
3. 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, 2431-2448.
4. Ahmed M.R., Hassan Q.K., Abdollahi M. Introducing a New Remote Sensing-Based Model for Forecasting Forest Fire Danger Conditions at a Four-Day Scale. *Remote Sens.* 2019, 11, 2101.
5. Global cloud cover | Eclipsophile [Электронны рэсурс]. – Рэжым доступу: <https://eclipsophile.com/global-cloud-cover/> – Дата доступу: 12.11.2021
6. Copernicus Open Access Hub [Электронны рэсурс]. – Рэжым доступу: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/> – Дата доступу: 15.11.2021

УДК 656.135

МОДИФИКАЦИЯ РАБОТЫ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ПАС- САЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Е.Е. Пролиско, В.Н. Шуть

Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь,
prolisko@mail.ru, lucking@mail.ru

An optimization model for organizing the work of the urban passenger public transport system is proposed, which consists in choosing a unique route for its movement. A necessary condition for the implementation of this optimization is the ability for passengers to register their final stops.

Существующий городской пассажирский транспорт условно можно разделить на две категории – общественный транспорт и такси.

Общественный (коммунальный) транспорт – разновидность пассажирского транспорта как отрасли, предоставляющей услуги по перевозке людей по маршрутам, которые перевозчик заранее устанавливает, доводя до общего сведения способ доставки, размер и форму оплаты, гарантируя регулярность (повторяемость движения), а также неизменяемость маршрута. [1]

К наиболее распространенными видами общественного транспорта относятся автобусы, троллейбусы, трамваи. Особенности данного вида транспорта являются [1]:

1. доступность услуги по перевозке широчайшим слоям населения, без каких-либо ограничений социального типа и с условиями оплаты этой услуги по установленным тарифам;

2. достаточная вместимость транспортного средства.

Такси – это, как правило, автомобиль, используемый для перевозки пассажиров в любую указанную точку с оплатой проезда по счётчику – таксометру.