

З. А. НИЧЫПАРОВІЧ, В. А. ЗАЙЦАВА, С. У. НИКАНЕНКА

## АПТЫЧНЫЯ УЛАСЦІВАСЦІ МЕЛІЯРАВАННЫХ ТАРФЯНЫХ ГЛЕБАЎ У КАНАЛАХ МКФ-6 У ЗАЛЕЖНАСЦІ АД КОЛЬКАСЦІ МІНЕРАЛЬНЫХ КАМПАНЕНТАЎ

Агульная плошча асушаных зямель у Беларускім Палессі складае 1,5 млн га, а тарфяныя глебы маюць асаблівае значэнне, паколькі займаюць больш за 25% тэрыторыі рэгіёна і акумуляюць вялікую колькасць арганічнага рэчыва і вільгаці. Для меліяраваных тарфяных глебаў Палесся, якія ў цяперашні час прымаюць удзел у сельскагаспадарчым абароце, уласцівым з'яўляецца паскоранае спрацоўванне арганічнага рэчыва, абсалютныя страты якога пры экстрэмальных умовах выкарыстання могуць дасягаць 16—20 т/га за год [1].

Мэтазгоднасць захавання арганічнага слоя тарфяных глебаў, якія маюць адзін з найбольш высокіх рэйтынгаў урадлівасці сярод глебавых разнастайнасцяў рэспублікі, відавочная і выклікае настойлівую неабходнасць распрацоўкі метадаў і сродкаў аператыўнага кантролю за станам глебавага покрыва.

У гэтай рабоце разгледжаны адзін з аспектаў вырашэння азначанай праблемы, які дае магчымасць кантраляваць колькасць мінеральных кампанентаў паверхневага гарызонту арганічных глебаў на аснове іх спектральных прыкмет.

Асноўнымі фактарамі, што ўплываюць на адбівальную здольнасць глебавага асяроддзя, апрача колькасці арганічнага рэчыва і мінеральнай часткі з'яўляюцца дысперснасць і вільготнасць [2]. Дзеля выключэння ўплыву дысперснасці выкарыстоўваліся глебавыя ўзоры з дыяметрам часцінак 0,5 мм. Неаднароднасць праяўлення сувязі па вільготнасці і вынікаючыя адсюль цяжкасці ў інтэрпрэтацыі спектральных даных выклікаюць неабходнасць стандартызацыі глебавага ўзору па вільгацэўтрыманні. Аднак з прычыны складанасці ўліку змяненняў хімічнага саставу пры тэрмічнай апрацоўцы ( $t = 105^\circ\text{C}$ ) для спектральных даследаванняў мэтазгодна выкарыстоўваць паветрана-сухія ўзоры [3].

Для замераў каэфіцыентаў спектральнай яркасці (КСЯ) была распрацавана спецыяльная ўстаноўка, якая дае магчымасць рабіць вымярэнні пры вуглах асвятлення ад 30 да 70° з шагам у 5°. Назіранні праводзіліся ў надзір са спецыяльнага кранштэйна вышынёй 1 м. Раўнамерная асветленасць стваралася лямпаі КГМ-24-250, забяспечанай стабільнай крыніцай сілкавання СНП-40. Спектры адлюстравання рэгістраваліся спектраметрам МСС-2 у бачным дыяпазоне даўжынь хваляў 0,4—0,78 мкм з шагам у 10 нм. Вымярэнні рабілі пад вуглом 30°. Узровень асветленасці ўзору кантралявалі з дапамогай малочнага шкла МС-20, яркасць якога вызначалася адразу ж пасля вымярэння ўзору. КСЯ разлічваліся па формуле

$$r_{\lambda} = \frac{B_{\lambda_T}}{B_{\lambda_0}}$$

дзе  $B_{\lambda_T}$  і  $B_{\lambda_0}$  — адпаведна яркасці глебы і экрана для зададзенай даўжыні хвалі.

Для спектраметрыравання глебавыя ўзоры адбіраліся з эталонных участкаў Грычына-Старобінскага балотнага стацыянара, глебавае покрыва якіх складалася з арганічных глебаў з пераходам да арганічна-мінеральных і мінеральных у дыяпазоне попелынасці 30—98%. Попелынасць і вільготнасць кантралявалі згодна з ДАСТ 11305-83 і ДАСТ 11306-83 адпаведна. Даследавана каля 2000 спектраў, каэфіцыент варыяцыі на краях спектральнага дыяпазону не перавысіў 19%, а пасяродку — 4%.

Вынікі кантактных вымярэнняў апрацоўваліся пры дапамозе пакета стандартных праграм «STATGRAF».

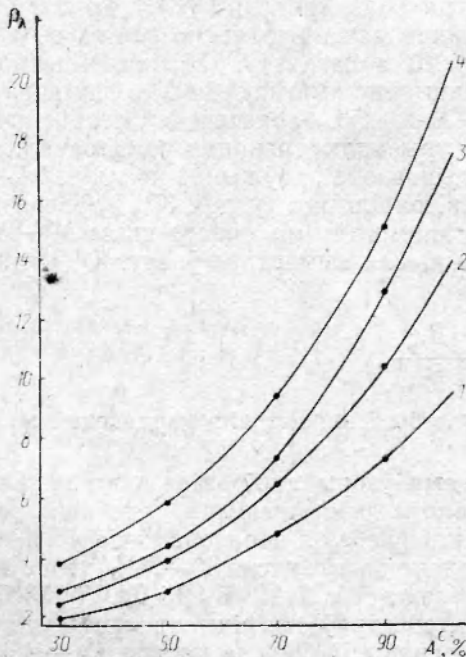
Інтэрпрэтацыя спектральных даных паказала наяўнасць дастаткова ўстойлівай карэляцыйнай залежнасці паміж попелнасцю ( $A^c$ ) глебы і яе спектральнымі характарыстыкамі, каэфіцыент карэляцыі ( $R$ ) для даследаванага дыяпазону вар'іраваў у межах 0,89—0,91. Аналіз каэфіцыентаў карэляцыі, якія маюць дастаткова высокія велічыні (каля 0,99), на розных даўжынях хваляў паміж сабой дае магчымасць выказаць меркаван-

Табліца 1. Карэляцыйная залежнасць КСЯ ў бачным дыяпазоне электрамагнітнага спектра ў інтэрвале попелнасці 30—98%

Даўжыня хвалі $\lambda$ , нм	Каэфіцыент карэляцыі ( $R$ ) пры даўжыні хвалі $\lambda$ , нм			
	480	540	600	660
480	1,0	0,99	0,99	0,98
540	0,99	1,0	0,99	0,99
600	0,99	0,99	1,0	0,99
660	0,98	0,99	0,99	1,0

не, што спектральны склад адбітага ад паверхні глебаў выпраменьвання не залежыць ад велічыні попелнасці (табл. 1). Спектраграфічны аналіз таксама пацвярджае гэты вывад: характар адбітага выпраменьвання з пераходам ад сіняй да чырвонай вобласці спектра не змяняецца, спектры гладкія без рэзкіх перагібаў і палосаў паглынання. З павелічэннем колькасці мінеральных кампанентаў, святлоадбівальнага комплексу рэчываў узрастаюць велічыні КСЯ глебаў і вугал нахілу спектральнай крывой. На малюнку паказаны залежнасці ўплыву попелнасці ў інтэрвале 30—98% на адбівальныя характарыстыкі глебаў для пяці найбольш характэрных даўжыняў хваляў бачнага дыяпазону спектра.

Дзеля больш дакладнай інтэрпрэтацыі матэрыялаў дыстанцыйнай здымкі, а таксама паляпшэння адэкватнасці мадэльнага апісання і выкарыстання яго для прагназавання стану глебаў па колькасці мінеральных элементаў на аснове спектральных прыкмет аналізаваліся функцыяналь-



Рэгрэсійныя залежнасці спектральных водгукіў і колькасці мінеральных кампанентаў паверхневага гарызонту глебаў для розных участкаў бачнага дыяпазону электрамагнітнага спектра. Даўжыні хваляў ( $\lambda$ , нм): 1 — 420, 2 — 600, 3 — 540, 4 — 660

ная залежності для довжиня хвляу  $\lambda = 480, 540, 600, 660$  нм, які адпавядаюць максімуму прапускання каналау (460—500, 520—560, 580—620 і 640—680 нм) спектральнай шматзональнай фотаапаратуры МКФ-6. Для аналізу выкарыстоўваліся ўраўненні, якія найбольш яскрава адлюстроўваюць тэндэнцыю зменлівасці спектральнай прыкметы па попельнасці, апраксіміруюць да экспаненцыянальнага выгляду

$$Y_i = e^{A+Bx},$$

дзе  $Y_i$  — велічыні спектральнага водгуку ў адносных адзінках  $i$ -вымярэння,  $X$  — попельнасць, %,  $A$  і  $B$  — каэфіцыенты ўраўнення, вызначаныя з рэгрэсійнага аналізу. Разлічаныя каэфіцыенты дэтэрмінацыі ( $R^2$ ), якія вызначаюць працаздольнасць ураўненняў у чатырох каналах, і каэфіцыенты ўраўнення рэгрэсіі пададзены ў табл. 2. Дастаткова высокія велічыні  $R^2$  далі магчымасць выкарыстаць рэгрэсійныя ўраўненні ў якасці мадэляў для вызначэння попельнасці глебы на аснове іх спектральных прыкмет.

Табліца 2. Асноўныя вынікі рэгрэсійнага аналізу залежнасці КСЯ ад попельнасці ў каналах МКФ-6

Давжыня хвалі $\lambda$ , нм	Каэфіцыенты ўраўнення рэгрэсіі $Y=e^{A+Bx}$		Каэфіцыенты дэтэрмінацыі $R^2$
	A	B	
480 (1-ы канал)	-0,068	0,028	94,9
540 (2-і канал)	0,106	0,025	94,7
600 (3-і канал)	0,212	0,026	94,0
660 (4-ы канал)	0,477	0,025	94,8

Табліца 3. Ацэнка дакладнасці спектраметрычнага метаду вызначэння попельнасці ў каналах МКФ-6, %

Попельнасць $A^c$ , %	1-ы канал 480 нм		2-і канал 540 нм		3-і канал 600 нм		4-ы канал 660 нм	
	$\Delta A^c_{абс}$	$\Delta A^c_{адн}$	$\Delta A^c_{абс}$	$\Delta A^c_{адн}$	$\Delta A^c_{абс}$	$\Delta A^c_{адн}$	$\Delta A^c_{абс}$	$\Delta A^c_{адн}$
37,4	1,7	5,2	2,8	8,5	1,1	3,1	0	0
40,5	1,0	1,4	2,4	5,6	3,2	7,3	2,8	6,5
40,5	2,9	7,7	0,2	5,0	2,2	5,3	2,0	4,7
46,9	0,3	6,4	0,8	1,7	1,7	3,5	2,1	4,3
46,9	1,3	2,7	3,0	6,0	4,3	8,4	2,4	4,9
31,7	1,7	5,2	2,8	8,1	2,7	9,3	4,1	11,4
35,7	2,3	6,9	4,5	14,4	1,2	3,5	0,3	0,8
35,7	5,0	1,6	5,8	19,3	3,0	9,2	1,5	4,4
62,5	5,6	8,2	5,0	7,4	3,3	5,0	1,6	2,5
62,5	3,1	4,7	3,3	5,0	8,8	12,3	0	0
53,4	2,2	1,0	2,6	4,6	2,7	3,8	2,2	4,0
53,4	2,8	5,0	3,4	6,0	1,7	3,1	3,2	4,7
59,8	2,6	4,5	2,2	3,8	4,1	7,4	3,8	6,7
59,8	5,2	9,5	4,1	7,4	5,6	10,3	3,8	6,8
78,7	6,8	9,5	6,4	8,9	8,0	11,3	7,1	9,9
78,7	8,5	1,2	7,8	11,0	9,4	13,5	10,0	14,5
65,9	6,5	9,0	2,8	4,1	0,7	1,1	2,4	3,8
65,9	6,6	9,1	3,5	6,0	0,6	0,9	2,5	3,9
80,0	3,8	4,5	1,8	2,2	0,5	0,6	0,2	0,2
80,0	2,2	2,7	2,9	3,5	0,8	1,0	0,8	1,0
83,8	0,5	0,6	1,1	1,3	2,4	2,9	1,6	2,0
83,8	0,8	1,0	1,0	1,2	2,5	3,1	3,2	4,0
86,3	3,4	4,1	4,7	5,8	4,5	5,5	6,1	7,6
86,3	3,6	4,4	4,5	5,5	5,7	7,1	4,4	5,4
94,1	0,4	0,4	1,4	1,5	2,6	2,7	1,0	1,1
94,1	0,7	0,8	1,4	1,5	2,6	2,7	1,0	1,1
Сярэднія	3,0	4,7	3,2	5,9	3,3	5,5	2,7	4,5

У якасці крытэрыю на адэкватнасць пабудовы мадэлі выкарыстоўваліся адносныя ( $\Delta A_{\text{адн}}^c$ ) і абсалютныя ( $\Delta A_{\text{абс}}^c$ ) хібнасці вызначэння попельнасці, разлічаныя па формулах  $\Delta A_{\text{адн}}^c = |A_{\text{ф}}^c - A_{\text{м}}^c| / A_{\text{ф}}^c$  і  $\Delta A_{\text{абс}}^c = |A_{\text{ф}}^c - A_{\text{м}}^c|$  адпаведна, дзе  $A_{\text{ф}}^c$  і  $A_{\text{м}}^c$  — фактычная і разліковая (мадэльная) велічыні попельнасці.

Для ацэнкі пераваг кожнага з каналаў была сфарміравана незалежная кантрольная выбарка КСЯ глебаў у інтэрвале попельнасці 35—94% і аналізаваліся ўсярэдненыя велічыні  $\Delta A_{\text{адн}}^c$  і  $\Delta A_{\text{абс}}^c$  для кожнага сярод зададзеных узроўняў попельнасці. У табл. 3 пададзены велічыні попельнасці, разлічаныя традыцыйным вагавым метадам, яе мадэльнае ўяўленне і хібнасці вызначэння. Аналіз абсалютных і адносных хібнасцяў вызначэння попельнасці спектраметрычным метадам паказаў дастаткова высокую дакладнасць. Найбольшыя сярэднія (у інтэрвале  $A^c = 35\text{—}94\%$ ) велічыні  $\Delta A_{\text{адн}}^c$  і  $\Delta A_{\text{абс}}^c$  склалі адпаведна 3,2 і 5,9% для другога канала, а найменшыя велічыні гэтых хібнасцяў былі адзначаны ў чацвёртым канале і не перавысілі 4,5 і 2,7% адпаведна (табл. 3).

Такім чынам, інтэрпрэтацыя спектральных даных сведчыць пра тое, што рост велічыняў КСЯ дэградзіраваных тарфяных глебаў абумоўлены наяўнасцю святлоадбівальнага комплексу рэчываў, пераважна злучэнняў крэмнію, у складзе мінеральнай кампаненты. Згодна з ацэнкай дакладнасці спектраметрычнага метаду вызначэння попельнасці ў каналах МКФ-6 у параўнанні з традыцыйным вагавым метадам, найбольш інфарматыўным вызначаны чацвёрты канал. Сярэднія абсалютныя і адносныя хібнасці не перавысілі 2,7 і 4,5% адпаведна, што добра ўзгадняецца з дакладнасцю традыцыйнага вагавога метаду. Відавочна, што для распрацоўкі дыстанцыйных метадаў і сродкаў кантролю па ацэнцы мінеральнай часткі тарфяных глебаў мэтазгодна выкарыстоўваць аэрафотаінфармацыю чацвёртага канала МКФ-6.

## Summary

The possibility of developing spectrometric method for determination of ash content of reclaimed peat soils was estimated by MCF-6 channels. Absolute and relative errors which didn't exceed 4.5 and 2.7% respectively that is in agreement in accuracy with the conventional weight method were taken as a criterion for the method estimation. It was revealed that for interpretation of spectral data and aerophotoinformation in remote investigations of peat soils it is advisable to use the most informative 4th (640—680 nm) channel MCF-6.

## Літаратура

1. Твердые горючие отложения Беларуси и проблемы окружающей среды. Мн., 1992. С. 160.
2. Михайлова Н. А., Орлов Д. С. Оптические свойства почв и почвенных компонентов. М., 1986. С. 118.
3. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М., 1961. С. 491.

*Институт проблем выкарыстання  
прыродных рэсурсаў і экалогіі  
АН Беларусі*

*Паступіў у рэдакцыю  
12.04.94*