

УДК 681.3.06

М.М. Колодницький, к.т.н., доц.
Житомирський інженерно-технологічний інститут
О.О. Орлов, к.біол.н., с.н.с.
Поліський філіал Українського науково-дослідного інституту
лісового господарства та агроμεліорації
В.М. Янчук, аспір.
Житомирський інженерно-технологічний інститут

ΦΟΡΜΑΛΙΖΩΑΝΙ ΟΠΙΣΙ ΚΟΜΠΑΡΤΜΕΝΤΙΒ ΛΙΣΟΒΟΓΟ ΒΙΟΓΕΟЦΕΝΟΖУ В₃ ΤΙΠУ ΔΛΙΑ ΠΟΒУΔΟΒΙ ΒΑΖΙ ΔΑΝΙΧ ΙΝΦΟΡΜΑЦΙΟΝΙΟΙ ΣΙΣΤΕΜΙ

Розглянуто проблематику створення формалізованих описів природних екосистем та вироблено загальний підхід до опису лісової екосистеми з врахуванням антропогенного фактору, вираженого забрудненням радіоцезієм. Наводяться формалізовані описи компартментів екосистем які знайдуть своє відображення у побудові інформаційної системи.

Переходячи до формалізації описів лісових екосистем, зауважимо, що для опису лісової екосистеми можна як розбивати екосистеми на якомога менші одиниці, так і йти шляхом об'єднання малих систем у більші. Таких поділ залежить від ступеня деталізації характеристик лісової екосистеми. В [1] було запропоновано деталізацію за 15 групами параметрів: генетичний тип рельєфу; форма мезорельєфу; механічний склад ґрунтоутворюючих та підстилаючих порід; генетичний різновид ґрунтів; ступінь оглеєння; рівень ґрунтових вод; карбонатність; домінантна лісоутворююча порода; основна супутна порода; вік дровостанів; основна порода підліску; основна еколого-фітоценотична група трав'яно-чагарничкового покриву; супутна еколого-фітоценотична група трав'яно-чагарничкового ярусу. Така класифікація дає можливість охарактеризувати лісову екосистему з точки зору фізичних параметрів, ґрунтових характеристик, рослинної видової різноманітності, віку лісової екосистеми.

Наведені вище групи параметрів є деталізацією лісотипологічної сітки Алексєєва-Погребняка [5]. Дана лісова типологія використовується в Україні тривалий час в лісовій екології, є подальшим розвитком типологічних ідей Г.Ф. Морозова та А.А. Крюденера. Існують і інші типології, наприклад, типологія В.Н. Сукачова, широко використовується для опису лісових екосистем Російської Федерерації, а класифікація Л.Г. Раменського використовується для опису трав'яних ценозів. Лісотипологічна сітка Алексєєва-Погребняка описує лісову екосистему гігрогенною характеристикою (зволоженням) та трофогенною (агрофізичними та агрохімічними характеристиками ґрунту).

При формалізації лісових екосистем ми будемо використовувати дану лісову типологію, оскільки вона "пройшла випробування часом", набула широкого розповсюдження. Але для більш детального опису модифікуємо її, ввівши додаткову характеристику видової різноманітності даного типу екосистеми. Дані описи подібні до класифікації, розробленої Воробйовим Д.В. [15], яка дозволяє детальніше описати перехідні зони лісових екосистем.

На рис. 1. наведено зв'язки між компартментами (структурними одиницями) лісової екосистеми В₃ типу, для яких нижче наведено формалізовані описи.

Отже, опис лісової екосистеми F, можна подати як множину підмножин характеристик і записати у вигляді:

$$F_{ji} = \{G_i, T_j, Sp, I\};$$

де G – підмножина гігروتопів (i = 5); T – підмножина трофотопів (j = 4); Sp – множина видової різноманітності лісової екосистеми; I – множина інтегральних характеристик, до яких можна віднести біологічну продуктивність системи – суму біомас за видами. Остання множина характеристик також може включати зв'язки між компонентами екосистеми.

Множина G містить 5 елементів, або інакше кажучи, лісові типологи [5] виділяють 5 видів гігروتопів: сухий, свіжий, вологий, сирий, мокрий. З кожним елементом пов'язують параметер W, який визначає середньорічну глибину рівня ґрунтових вод (у метрах). Значення, яких набуває параметер W, наведені у табл. 1 [5].

Глибини рівнів ґрунтових вод для едагонів

		A	B	C	D
1	сухий	>5 (3–4)	>3 (>4)	>4	>5
2	свіжий	3–5 (2,5–3,5)	3–5 (3–4)	3–5 (2,5–4)	3–5 (4–5)
3	вологий	1,5–2,5 (1–2)	1,5–2,5 (2–3)	1,5–2,5 (1–2)	1,5–2,5 (3–4)
4	сирий	0,5–1	0,5–1 (1–1,5)	0,5–1	0,5–1 (1–2)
5	мокрый	<0,5	<0,5 <1	<0,5	<0,5

В дужках наведено дані з інших джерел. Така невідповідність даних ще раз підтверджує неоднорідність ландшафтів, мозаїчність, яка показує, що при дослідженні певної системи необхідно локалізувати місцевість, де проводяться дослідження, та ретельно слідкувати за основними параметрами, необхідними для досліджень.

Множина T містить 4 елементи – різновиди трофотопів: бір, суббір, сугрудок (судіброва), груд (діброва), які характеризуються агрофізичними та агрохімічними параметрами. До таких властивостей в першу чергу відносять множини ґрунтових характеристик S.

$$S = \{S_h, S_t, T_D\}$$

де S_h – агрофізичні властивості, S_t – тип ґрунту; T_D – лісова підстилка, виділена в окремий шар, оскільки знаходиться на поверхні ґрунту.

Агрофізичні властивості характеризують ґрунт з точки зору фізичних особливостей твердої речовини. Тому множини характеристик можна записати у вигляді:

$$S_h = \{V_m, L_m, Prs\},$$

де V_m – об’ємна вага ґрунту (г/см^3), L_m – питома вага ґрунту (г/см^3), Prs – загальна шпаруватість (%).

Множина типів ґрунтів містить в собі підмножини генетичних горизонтів ґрунтів Hor , механічного складу ґрунту Mch , агрохімічні властивості ґрунту Ch .

$$S_t = \{Hor, Mch, Ch\}.$$

В рамках формування формалізованих описів генетичних горизонтів відмітимо, що в даній сфері прийнято позначати горизонти відповідними символами: основними (великі літери) та допоміжними (малі). Генетичні горизонти Hor є горизонтальними шарами, що якісно відрізняються один від одного. Перехідні зони позначаються назвами двох суміжних горизонтів.

В ґрунтах України, прийнято виділяти наступні елементи множини горизонтів [13]:

$$Hor = \{B_{hor}, A_{hor}, Ad\},$$

де B_{hor} – основні горизонти; A_{hor} – додаткові горизонти; Ad – додаткові, відносно відокремлені морфологічні елементи ґрунту.

$$B_{hor} = \{T, Ho, H, E, I, P\},$$

де, T – торф’яні, що складаються з рослинних рештків з різним ступенем розкладу;

Ho – органічні акумулятивні, лісова підстилка;

H – гумусові, горизонти, які акумулюють органічні речовини;

E – елювіальні, збіднені в результаті вимивання;

I – ілювіальні, збагачені глинистими частинками;

P – материнська порода.

$$A_{hor} = \{TH, TC, Hd, Pf, R, Rg, Sl, Gl, M, D\}$$

де TH – торф’яно-перегнойні, що складаються з сильно розкладених рослинних рештків;

TC – торф’яно-мінералізовані, що складаються переважно з напіврозкладених рослинних рештків;

Hd – дернові, що містять дернину;

Pf – псевдофіброві, що складаються з бурих або червонувато-бурих прошарків, що чегруються з прошарками піску;

R – ортзандові, що складаються з піску, зцементованого окислами заліза;

Rg – ортштейнові, збагачені глиною, гелями кремнію;

Sl – солонцеві, пептизована ґрунтова маса, збагачена рухомою глиною;

Gl – глеєві, мінеральні або орґано-мінеральні горизонти, що утворились у відновному середовищі;

M – мергелісті, що складаються з карбонатних новоутворень гідрогенного походження;

D – порода, що залягає глибше, ніж материнська.

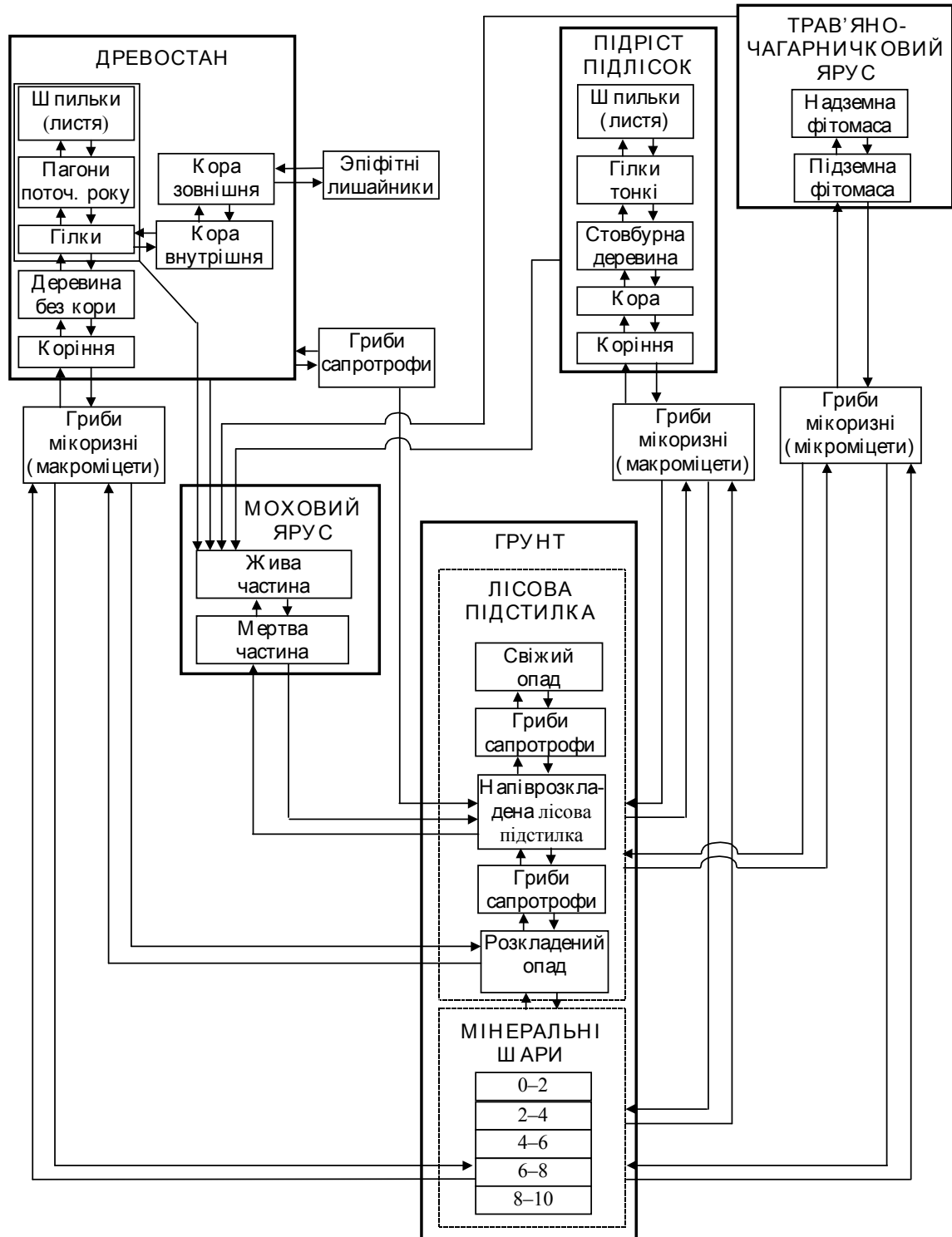


Рис. 1. Основні компартменти екосистеми соснового лісу чорнично-зеленомошного В₃ типу та зв'язки між ними

$Ad = \{k, s, r, n, kn, q, qk, f, z, dn, dl, de, al, a, ag, pl, mo, m\}$,
де k – наявність карбонатів; s – наявність легкорозчинних солей;
 r – наявність м'яких залізо-марганцевих зтяжок;
 n – наявність твердих залізо-марганцевих зтяжок;
 kn – наявність карбонатних конкрецій;
 q – наявність уламків твердих безкарбонатних порід;
 qk – наявність уламків твердих карбонатних порід;

f – οхри;
z – наявність копролитів, кротовин;
dn – горизонти, що зазнали ерозії;
dl – делювіальні наносні горизонти на поверхні ґрунту;
de – еолові наносні горизонти на поверхні ґрунту;
al – алювіальні наносні горизонти на поверхні ґрунту;
a – орні горизонти;
ag – насипні (рекультивовані) горизонти;
pl – плантажовані горизонти;
to – ознаки зрошення;
m – ознаки осушення.

Таким чином, якщо для визначення горизонту необхідно вказати його морфологічні особливості, то до визначення основного горизонту додається визначення морфологічних особливостей.

Елементи підмножини *Mch* умовно поділяють на такі класи: піски (зв'язні, супіски), суглинки (важкі, середні, легкі), глини (важкі, середні, легкі)}. Дані види механічного складу характеризуються гранулометричним складом *Gr*.

$Gr = \{Ul (\%), \text{глина} (\%), \text{пісок} (\%)\}$,

де, за фракціями: *Si* (пісок) = {1–0,5; 0,5–0,25; 0,25–0,05}, мм;

Clu (глина) = {0,05–0,01; 0,01–0,005; 0,005–0,001}, мм

Ul (мул) = {<0,001}, мм

Особливо важливими характеристиками ґрунту з погляду моделювання радіоекологічних процесів є множина агрохімічних характеристик *Ch*:

$Ch = \{De, pH_{H_2O}, pH_{KCl}, C_{org}, Hum, A_d, Ca, Mg, Ca+Mg, K, P, Na, H_z, C_p, S_a\}$

де *De* – глибина відбору зразків (см); *pH_{H₂O}* – рН водний; *pH_{KCl}* – рН сольовий; *C_{org}* – вміст органічної речовини (%); *Hum* – вміст гумусу (%); *A_d* – поглинальна здатність ґрунту (мг-екв/100 г); вміст *Ca*, *Mg*, *Ca+Mg*, *P*, *K*, *Na* (мг-екв/100 г); *H_z* – гідрологічна кислотність (мг-екв/100 г ґрунту); *C_p* – ємність поглинання основ (мг-екв/100 г ґрунту); *S_a* – ступінь насиченості основами (%).

У лісовій підстилці *T_D* виділяють свіжий опад *Fr_{fj}* – напіврозкладену *Hd_f* та розкладену лісову підстилку *Ds_f*. З лісовою підстилкою пов'язують параметри, які характеризують кількість органічної речовини *C* (%), та гумусу *Hum* (%).

При переході до формалізації описів видових характеристик лісової екосистеми зазначимо, що множину рослинності доцільно умовно поділити по ярусах *Sp_f*. Такий поділ зумовлений в першу чергу тим, що при моделюванні міграції радіонуклідів доцільно виділяти міграцію не тільки між окремими складовими екосистемами, а і потоки біомас та переходи радіонуклідів між ярусами лісу.

$Sp_f = \{Tr, Ug, Uw, Grb, Fal, Mos, Mush, Lch\}$

де *Tr* – множина видів дерев; *Ug* – множина видів підліску; *Uw* – множина видів підросту; *Grb* – множина видів трав'яно-чагарничкового ярусу; *Fal* – опад/відпад: множина відмерлих частинок органічної речовини з різних ярусів; *Mos* – множина видів мохового ярусу, *Mush* – множина видів грибів, *Lch* – множина видів лишайників.

Множину видів, що знаходяться в екосистемі даного виду, можна визначити двома шляхами: (1) перерахуванням видів, що населяють дану територію; (2) перетином множин ареалів видів з сусідніх едотопів.

Опис ярусу деревостою можна задати наступним чином:

$Tr = \{Wd, Brk, Spr, Ned, Lf, Brch, Rt\}$

де *Wd* – стовбур, *Brk* – кора, *Spr* – пагони, *Ned* – шпильки, *Lf* – листя, *Brch* – гілки, *Rt* – коріння.

З компартментом *Wd* пов'язані такі змінні як маса *m_{tr}*, висота *h_{tr}*, середній діаметр *d_{atr}*, вік *a_{tr}*, зімкнутість *cd_{tr}*, кількість дерев на одиницю площі *cn_{tr}*.

$Wd = \{m_{tr}, h_{tr}, d_{atr}, a_{tr}, cd_{tr}, cn_{tr}\}$

Кору *Brk* розрізняють зовнішню *Brk_o* та внутрішню *Brk_i* і пов'язують її кількісно з масою окремих складових *m_{Brk_i}*, *m_{Brk_i}* та загальною масою *m_{Brk}*.

Пагони *Spr* розрізняють однорічні *Spr_o* та старші *Spr_l*. Маси визначають як окремо *m_{Spr_o}* та *m_{Spr_l}*, так і загалом *m_{Spr}*.

Шпильки *Ned* так само, як і пагони, розрізняють однорічні *Ned_o* та старші *Ned_l*. Маси визначають як окремо *m_{Ned_o}* та *m_{Ned_l}*, так і загалом *m_{Ned}*.

Листя *Lf* є однорічним, і з точки зору математичного моделювання важливою характеристикою для нього є маса *m_{Lf}*.

Для відокремлення товстих гілок від тонких введено параметер діаметру гілок d_{bc} . Вважають, що гілки $Brch$ товщиною до 5 мм є тонкими, а якщо більше – товстими. Кількісною характеристикою для даного компартменту є маса товстих m_{bw} , тонких m_{bt} , та загальна маса гілок m_b .

Подібно до опису гілок, для коріння Rt також встановлено межу, яка дає можливість розрізнити тонке та товсте коріння. Таким чином, при діаметрі d_r , меншому, ніж 2 мм, вважають коріння тонким, у випадку, якщо більше – товстим. З точки зору математичного моделювання також необхідне задання маси коріння як загалом m_r , так і окремо для товстого та тонкого коріння m_{rt} та m_{rw} відповідно.

Для підросту та підліску формалізовані записи будуть подібними, за винятком того, що для цих ярусів не визначається кількість видових одиниць на одиницю площі.

Тоді для підросту:

$$U_g = \{Wd_g, Brk_g, Spr_g, Ned_g, Lf_g, Brch_g, Rt_g\}$$

$$Wd_g = \{m_g, h_g, d_g, a_g, cd_g\}$$

Для підліску:

$$U_w = \{Wd_w, Brk_w, Spr_w, Ned_w, Lf_w, Brch_w, Rt_w\}$$

$$Wd_w = \{m_w, h_w, d_w, a_w, cd_w\}.$$

У решті описів різниці між цими ярусами не відмічають.

Окремим компартментом виділяють опад та відпад, який описується фракційним складом Fr , оскільки потрапляє на поверхню ґрунту з різних ярусів.

$$Fr = \{Brch_f, Lf_f, Ned_f, Brk_f, Bud_f\},$$

де Bud_f – опавші бруньки. Опад та відпад пов'язують з однією змінною – біомасою mf (кг/га).

Такий детальний поділ на компартменти та зважування компартментів окремо дає можливість в подальшому не тільки оцінити динаміку зміни біомаси, а й оцінити ступінь важливості даної складової.

Для шару трав'яно-чагарничкових рослин Grb виділяють надземну O_g та підземну U_g фітомасу, визначаючи їх маси m_{og} та m_{ug} відповідно; глибину проникнення кореневої системи у ґрунт d_{hr} . Для надземної фітомаси визначається також проективне покриття cd сумарне та для окремих видів, що входять до ярусу. Для підземної – визначають глибину проникнення коріння d_{rot} .

Моховий ярус Mos при математичному моделюванні вважається компартментом, в якому виділяється жива L_{mos} та мертва D_{mos} частини:

$$Mos = \{L_{mos}, D_{mos}\},$$

Для кожної з частин, визначається її маса m_{mos} та проективне-покриття $s_{p,r}$.

$$L_{mos} = \{m_{mos}, s_{p,r}\}; D_{mos} = \{m_{mos}, s_{p,r}\}$$

Параметри m_{mos} , $s_{p,r}$ пов'язані між собою, але з точки зору побудови математичної моделі вони характеризують моховий ярус з різних боків.

Серед грибів Mus виділяють мікоризоутворювачі, сапротрофи (гумусові та підстилкові), ксилотрофи (паразитні та сапротрофи). Серед мікоризних грибів розрізняють макроміцети, та мікроміцети. Останні характерні для трав'яно-чагарничкового ярусу.

Кількісною характеристикою, що описує дані види грибів, є маса висушеного плодового тіла m_{body} . Загальна маса міцелію m_{myc} визначається методом зважування висушених плодових тіл грибів з одиниці площі та множення на відповідний коефіцієнт k_m . Цей коефіцієнт є визначеним тільки для мікоризоутворювачів ($k_m = 1:154$ кг/га) та сапротрофів ($k_m = 1:62,6$ кг/га) [17]. Дані коефіцієнти дають можливість визначити загальну масу міцелію за масою висушених плодових тіл. Загальна маса $m_{mus} = m_{myc} + m_{body}$ є сумою міцелію та маси плодових тіл $m_{myc} = m_{body} \cdot k_m$. Також важливо знати глибину проникнення міцелію в ґрунт d_{myc} .

Серед лишайників Lch виділяють епігейні (що ростуть на ґрунті) та епіфітні (що зростають на деревах). Епігейні лишайники не характерні для лісів B_3 , але є важливими для лісів у типах A_1 та A_2 ; у B_3 зустрічаються епіфітні лишайники. Кількісною характеристикою, що описує ці два типи, є відношення біомаси до одиниці площі, на якій мешкають лишайники (кг/м² ґрунту).

Формалізовані описи лісових екосистем, забруднених радіоцезієм. Вище було наведено формалізовані описи лісової екосистеми, що знаходиться у стані, близькому до природного і не зазнає антропогенного впливу. Але для дослідження міграції ¹³⁷Cs такого опису недостатньо, оскільки відсутні змінні та параметри, що характеризують присутність радіоізоотопу в компартментах.

Таким чином, до опису складових екосистем мають бути введені змінні та параметри, що характеризують активність ізотопу в кожній складовій та щільність забруднення окремих складових.

Отже, у загальному вигляді, опис лісової екосистеми F , можна подати у наступному вигляді:

$$F_{ji} = \{G_i, T_j, Sp, I, Am_f, As_f\},$$

де As_f – щільність забруднення ґрунту лісової екосистеми (Бк/м²); Am_f – питома активність біомаси (Бк/кг).

Виходячи з того, що трофотопи T_j характеризуються множиною підмножин ґрунтових характеристик $S = \{S_b, S_v, T_D\}$, доцільно детальніше описати входження змінних, що характеризують активність радіонуклідів до множин характеристик ґрунту.

Тоді, формалізований опис агрофізичних властивостей S_h ґрунту набуде вигляду:

$$S_h = \{Vm, Lm, Prs, Am_l\},$$

де Am_l – питома активність, отримана переважно внаслідок лессіважу (Бк/кг).

Для множини типів ґрунтів S_t можна навести наступний опис:

$$S_t = \{Hor, Mch, Ch, Am_{sb}, As_{st}\},$$

де Am_{st} – питома активність певного горизонту ґрунту (Бк/кг) As_{st} – щільність забруднення певного горизонту ґрунту (Бк/м²).

Зазначимо, що генетичні горизонти *Hor* відіграють провідну роль у міграції ^{137}Cs . Гумусний горизонт є геохімічним бар'єром на шляху переходу радіонуклідів вглиб ґрунту.

Механічний склад ґрунту *Mch* впливає на мобільність радіонуклідів: наявність глинистих фракцій *Cly* сприяє міцній фіксації радіоцезію, але високий відсоток піщаної складової *Si*, навпаки, сприяє його міграції.

Хімічні властивості ґрунту *Ch* суттєво впливають на вертикальну та горизонтальну міграцію радіонуклідів у ґрунті. Кислі реакції, що відбуваються в ґрунті, сприяють збільшенню рухливості радіонуклідів та їх більшому надходженню у рослини.

Лісова підстилка T_D більшістю дослідників також вважається геохімічним бар'єром для ^{137}Cs , що потрапляє на її поверхню. Тому при середній потужності 4-5 см підстилка із шпильок сосни, яка розкладається протягом 6–8 років, здатна тривалий час утримувати радіонукліди у своїй товщі. Великою, що характеризує накопичення підстилкою радіонуклідів, є Am_{TD} – питома активність (Бк/кг) як для всієї підстилки, так і за фракціями: свіжого опадів Am_{Tfj} , напіврозкладеної Am_{alf} та розкладеної лісової підстилки Am_{stf} .

Подібно до опису фітоценозу, що наводився вище, в радіоекологічних дослідженнях також всю множини видів фітоценозу можливо умовно поділити по ярусах і визначити питому активність ярусів Am_{spf} з метою визначення міграції радіонуклідів в межах ярусу та між ними.

$$Sp_f = \{Tr, Ug, Uw, Grb, Fal, Mos, Mush, Lch, Am_{spf}\}$$

Опис ярусу деревостану можна задати наступним чином:

$$Tr = \{Wd, Brk, Spr, Ned, Lf, Brch, Rt, Am_{spf_i}\}$$

де Am_{spf_i} – питома активність окремого виду дерева (Бк/кг).

Так для кожної фракції вводять питому активність, яка характеризує накопичення в ній радіоцезію.

Для компартменту *Wd*:

$$Wd = \{m_w, h_w, d_w, a_w, cd_w, cn_w, Am_{wd}\},$$

де Am_{wd} – питома активність фракції деревини (Бк/кг).

Для підросту та підліску формалізовані записи будуть наступними:

$$Ug = \{Wd_g, Brk_g, Spr_g, Ned_g, Lf_g, Brch_g, Rt_g, Am_{spg_i}\},$$

де Am_{spg_i} – питома активність окремого виду підросту (Бк/кг);

$$Wd_g = \{m_g, h_g, d_g, a_g, cd_g, Am_g\},$$

де Am_g – питома активність фракції стовбуру підросту (Бк/кг);

$$Uw = \{Wd_w, Brk_w, Spr_w, Ned_w, Lf_w, Brch_w, Rt_w, Am_{spw_i}\},$$

де Am_{spw_i} – питома активність окремого виду підліску (Бк/кг);

$$Wd_w = \{m_w, h_w, d_w, a_w, cd_w, Am_{wd}\},$$

де Am_{wd} – питома активність стовбуру підліску (Бк/кг).

У решті описів різниці між цими ярусами не відмічають.

Для опадів та відпадів визначають питому активність фракцій окремо Am_{lf_i} , що дає можливість кількісно оцінити динаміку переходу радіонуклідів з одного компартменту в інший.

Для шару трав'яно-чагарничкових рослин *Grb* вимірюють питому активність надземної Am_{Og} та підземної Am_{Ug} фітомаси середньозважені ці показники для всього ярусу, або для кожного конкретного виду.

Оскільки моховий ярус *Mos* при математичному моделюванні вважається компартментом, в якому виділяється жива L_{mos} та мертва D_{mos} частини, то визначається окремо питома активність кожної частини Am_{Lm} та Am_{Dm} середньозважені ці показники для всього ярусу або для кожного конкретного виду.

Для грибів *Mus* вважають, що питома активність плодових тіл Am_{body} дорівнює питомій активності міцелію Am_{myc} [24].

Для лишайників *Lch* також визначають питому активність Am_{lch} , яка характеризує вміст радіонуклідів в цьому компартменті лісової екосистеми.

ΟΡΛΟΒ Ολεξανδρ Ολεξανδρoвич – κανδιαντ βιολογικών ναυκ, στανший ναυκoυvιv σπiβροβiтник, ζα-βiδυαυ λαβορατοριeю ραδιაციvνi eκoλoγiи λiсу Πολiςκoυ φiλιалу Ουκραιvςκoυ ναυκoυ-δoслиδнoυ iν-στυту λiсoυγoυ γoспoδapστα та aγpомелiοpαцiи.

Ναυκoυ iνтерeси:

- ραдиoεκoλoγiα;
- δoслиδження λiсoυγoυ eκoσυστημ Πολiςся.

ЯНЧУК Βαλεvτιν Μικoλαiυvιvιч – aспiрант Житомирськoυ iнженернo-технoлoγiчнoυ iнστυту.

Ναυκoυ iνтерeси:

- iнформациvнi сисгеми, бази даних;
- моделювання в ραдиoεκoλoγiи;
- iнформациvнi комп'ютернi технoлoγiи.

Πoдaнo 14.12.2000.

Κολοδνiцкiй Μ.Μ., Ορλοу Ο.Ο., Янчук Β.Μ. Προεкутаvня iнформациvнi сисгеми на oснoвi формaлизованих oписiв компартиментiв λiсoυγoυ бiογεoцeнoзу Β₃ тiпу

Κολοднiцкiй Η.Μ., Ορλοу Α.Α., Янчук Β.Η. Проектиpованиe iнформациoннoй сисгеми на oснoвe формaлизованих oписаний компартиментoυ λeсных бiογεoцeнoзoυ Β₃ тiпa

Kolodnytskyy Μ.Μ., Orlov Ο.Ο., Yanchuk Β.Μ. Design of information system on the basis of formalized description of compartments of Β₃ type forest ecosystems

УДК 681.3.06

Φορμαλiζoυμενα oπiсaνiα κομπαpтиμεντου λeсных бiογεoцeнoзoυ Β₃ тiпa для ποσтpοeνiя бaзы дaνных iнформациoннoй сисгеми / Η.Μ. Κολοднiцкiй, Α.Α. Ορλοу, Β.Η. Янчук

Рассмoтpeнa пpοблeмaтiкa сoздaнiя фoρμαλiζoυμενων oπiсaνiй πpиpoδных eκoσυστημ и выpαбoтaн oбщiй пoдxoд к oπiсaнiю λeснoй eκoσυστημ с учeтoм aнтpογeннoгo фaκтoρa, выpαжeннoгo зaгpязнeнiем ραдиoцeзиeм. Πpиvοдятся фoρμαλiζoυμενα oπiсaνiα κομπαpтиμεντου eκoσυστημ, κoтoρые нaйдут свoе oтpαжeнiе в ποσтpοeнiи iнформациoннoй сисгеми.

УДК 681.3.06

Formalised description of compartments of Β₃ type forest ecosystems for the creation of database for the information system / Μ.Μ. Kolodnytskyy, Ο.Ο. Orlov, Β.Μ. Yanchuk

Formalized descriptions of forest ecosystems presented in this article. The common approach for the formalisation was developed and the antropogenic factor of radioactive pollution was taken into account. These descriptions will be used for the design of information system for the analysis of radionuclides behaviour in natural forest ecosystems.