

ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ТА ВЕДЕННЯ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА В ЗОНАХ БЕЗУМОВНОГО ВІДСЕЛЕННЯ**С. П. Ірклієнко, В. О. Бузун, О. Г. Дмитренко, Ф. М. Турчак***Поліський філіал УкрНДІЛГА, Житомир*

Наведено основні закономірності функціонування лісових екосистем у зоні безумовного відселення. Підкреслено мозаїчність радіоактивного забруднення лісових екосистем. Проаналізовано закономірності акумуляції ^{137}Cs у деревині основних деревних видів. Запропоновано заходи по реабілітації лісів.

Ліс, за визначенням Г. Ф. Морозова, це складний комплекс, усі компоненти якого взаємодіють між собою та з навколишнім середовищем. Нехтуючи ж законами розвитку лісу та нерационально господарюючи сьогодні, необхідно буде в майбутньому витратити значні кошти на його відтворення. Виключення лісостанів зони безумовного відселення із господарського обороту на першому етапі після Чорнобильської катастрофи було доцільним. З огляду на отримані нові знання протягом післяаварійних років це попереднє рішення необхідно переглянути й підійти до нього зважено. Неприйняття на даному етапі певних реабілітаційних заходів щодо насаджень зони безумовного відселення може привести до зниження їх якості, продуктивності, захисної дії або до повного їх розладнання.

При включенні радіонуклідів у біологічний кругообіг ліс стає довгостроковим і дієздатним біогеохімічним бар'єром на шляху перерозподілу радіонуклідів. Післяаварійна ситуація в лісових насадженнях досить складна й включає, у першу чергу, значні рівні радіоактивного забруднення лісів та їх істотну мозаїчність розподілу по території, склад радіонуклідів у ґрунті та їх фізико-хімічні властивості, різноманіття ґрунтового та рослинного покриву, що викликає значну варіабельність лісових екосистем по міграційній здатності радіонуклідів, та багато іншого. Таким чином, на територіях поза межами зони відчуження ЧАЕС ведення лісового господарства неможливе без врахування радіаційної обстановки в лісових екосистемах та інформації про вміст радіонуклідів у продукції лісового господарства з метою її подальшого використання.

Надзвичайно важливою в даний час є проблема реабілітації радіоактивно забруднених лісових земель. Проте, на відміну від сільськогосподарського виробництва, застосування різних технологій по зниженню переходу радіонуклідів у деревну продукцію лісового господарства є нерациональним як з економічної, так і з практичної точок зору. Тому природний шлях, який полягає в радіоактивному розпаді затриманих радіонуклідів, хоча і довгостроковий, є одним із реальних шляхів самоочищення забруднених лісових територій. Найбільш прийнятним у вирішенні проблем реабілітації є поступовий перехід до ведення лісового господарства в цих зонах на лісотипологічній основі з врахуванням радіоекологічної обстановки та застосування поглибленої традиційної технологічної переробки сировини. Завдяки останній, виходячи із даних одних літературних джерел, активність радіоцезію можливо зменшити в продукції у порівнянні із сировиною в 2,5 - 3,5 рази [1], а інших - на 30 - 44 % [2].

В останні декілька років на забруднених радіонуклідами територіях, крім всіх інших проблем, досить гостро визначилась ще й проблема погіршення санітарного стану й стійкості лісових насаджень. При цьому слід враховувати, що життєздатність та стійкість насаджень залежать від ступеню порушеності їх природного ходу розвитку. За цією ознакою ліси України належать до антропогенних, що зазнають впливу господарчої чи іншої людської діяльності на протязі одного чи декількох поколінь [3, 4]. Вони характеризуються найнижчою стійкістю відносно більшості негативних чинників і тільки завдяки своєчасному

проведенню системи обґрунтованих лісгосподарських заходів зберігають повну життєздатність та відзначаються високою продуктивністю. Після заборони лісгосподарської діяльності в насадженнях зон безумовного відселення її післядія, як позитивна, так і негативна, може продовжуватись протягом декількох десятиріч. У той же час у зв'язку з довгочасністю росту лісу наслідки негативного впливу на його стан накопичуються. Встановлено [5], що припинення господарчої діяльності в зоні безумовного відселення привело до негативних змін (значного накопичення в деревостанах сухостою та валежу) у першу чергу в найбільш розповсюджених соснових насадженнях. У таких лісових насадженнях створюються сприятливі умови для розвитку осередків шкідників і захворювань лісу, зростає пожежна небезпека [5, 6].

Таким чином, екологічні проблеми в лісових екосистемах, викликані аварією на ЧАЕС, є досить складними й багатограними. На сьогоднішній день серед багатьох інших завдань лісгосподарської галузі в цьому плані є: 1) розробка державної концепції та довгострокової системи лісокористування в умовах радіоактивного забруднення; 2) розробка довгострокового прогнозу функціонування лісових екосистем в умовах різних рівнів радіоактивного забруднення на основі прогностичних моделей міграції радіонуклідів у лісових біогеоценозах.

Дослідження проводились на постійних пробних площах Лугинського держлісгоспу, що розміщений у північній частині Житомирської області і є одним із найбільш забруднених радіоактивними викидами від аварії на ЧАЕС серед держлісгоспів регіону. Розподіл території держлісгоспу за зонами радіоактивного забруднення ґрунту ^{137}Cs відображено в табл.1.

Таблиця 1. Площа Лугинського держлісгоспу за зонами радіоактивного забруднення ґрунту, га (за даними 1991 р.)

Назва лісництва	Забруднення лоші ^{137}Cs , $\text{Кі}/\text{км}^2$					Загальна площа
	0 - 2,0	2,1 - 5,0	5,1 - 10,0	10,1 - 15,0	15,1 - 40,0	
Лугинське	154	1188	3045	576	1739	6702
Липницьке	835	1936	808	156	272	4007
Повчанське	1310	2503	750	104	183	4850
Дивлинське	2380	2910	114			5404
Літківське	793	2427	921	151		4292
Радогощанське	3058	2586	125			5769
Всього по держлісгоспу	8530	13550	5763	987	2194	31024

Відмічається нерівномірність радіоактивного забруднення як загальної площі підприємства, так і в межах лісництв. Найбільш радіоактивно забрудненим серед лісництв держлісгоспу є Лугинське, третина площі якого має забруднення більше $10 \text{ Кі}/\text{км}^2$. На 11 % площі таке забруднення зафіксовано у Липницькому лісництві, а в цілому по держлісгоспу - на 10 % території. Неоднорідність радіоактивного забруднення лісів у межах лісництв зумовило необхідність їх більш детального обстеження. У зв'язку з цим було проведено повидільне обстеження та більш детальне ($100 \times 100 \text{ м}$, $20 \times 20 \text{ м}$) деяких лісотаксаційних кварталів. Виявлено значне коливання (коефіцієнт варіації від 29 до 42 %) щільності радіоактивного забруднення ґрунту ^{137}Cs . Так, наприклад, у 50-му кварталі Повчанського лісництва мінімальне та максимальне значення щільності забруднення ґрунту становили $3,9$ та $25,3 \text{ Кі}/\text{км}^2$ відповідно. У той же час, за матеріалами обстеження 1991 р., даний квартал було віднесено до зони $15 - 40 \text{ Кі}/\text{км}^2$. Таким чином, маємо наявну ситуацію, коли існуюче картування радіоактивного забруднення лісових територій не відповідає реальній картині та не задовольняє потреби лісівників-виробничників. Підтвердженням останнього є необхідність внесення коректив в існуюче зонування територій, виходячи із фізичних законів природного розпаду радіонуклідів [7]. Проведені розрахунки показують, що протягом

післяаварійного періоду щільність радіоактивного забруднення ґрунту ^{134}Cs та ^{137}Cs у лісових насадженнях реально зменшилась на 18,8 та 95,2 % відповідно.

Згідно з [8] проведення лісгосподарських заходів держлісгоспом дозволено на площі 27843 га, що становить 90 % його території. Вкриті лісовою рослинністю землі в держлісгоспі складають 26586 га, з яких лісовпорядкуванням включено в лісокористування 22199 га та виключено в зв'язку з радіоактивним забрудненням 2595 га, що складає близько 12 % площі деревостанів, включених у лісокористування (табл. 2). Експлуатаційний фонд головного користування за площею становить 2756 га, а за запасом - 649,43 тис. м³ із щорічними обсягами на ревізійний період 194 га та 39,9 тис. м³ відповідно. У той же час, із розрахунку головного користування, у зв'язку із радіоактивним забрудненням виключено стиглі та перестійні насадження на площі 290 га із загальним запасом 71,53 тис. м³, що за об'ємом складає майже дворічний експлуатаційний фонд. Названі лісостани досягли віку стиглості й подальша заборона на їх експлуатацію з лісівничої точки зору призведе до втрати ними товарної структури та якості деревини, що в умовах дефіциту останньої є негативним явищем.

Таблиця 2. Розподіл вкритих лісом земель Лугинського держлісгоспу на включені й виключені із головного користування на період 1998 - 2008 рр.

Вкриті лісовою рослинністю землі, га	Стиглі й перестійні насадження	
	Площа, га	Запас, тис. м ³
Всього за державним обліком лісів		
26586	3457	825,29
включено в розрахунок лісокористування		
22199	2756	649,43
виключено із розрахунку лісокористування		
4387	701	175,86
у т. ч. виключено із розрахунку в зв'язку із радіоактивним забрудненням ґрунту		
2595	290	71,53

Дослідження, проведені на ряді тимчасових пробних площ у деревостанах зони безумовного відселення Лугинського держлісгоспу, дозволили узагальнити їх санітарний стан та порівняти його з деревостанами, де догляд за ними не призупинявся (табл. 3). Наведені матеріали чітко показують вплив припинення лісгосподарських заходів по догляду за деревостанами. У зонах безумовного відселення (пробні площі № 59 - 62) здорові дерева 1-ї категорії становили 18 - 22 % загальної кількості, ослаблені 2-ї категорії - 19 - 23 %, дуже ослаблені 3-ї категорії - 20 - 32 %, всихаючі й всохлі 4 - 6-ї категорій - 10 - 39 %. Інший розподіл дерев за категоріями стану виявлено на пробних площах № 51К - 55К, де ведення лісового господарства продовжується - здорові дерева 1-ї категорії нараховували 22 - 36 %, ослаблені 2-ї категорії - 28 - 34 %, дуже ослаблені 3-ї категорії - 22 - 36%, всихаючі й всохлі 4 - 6-ї категорій - 8 - 16 %. Таким чином, внаслідок припинення лісгосподарської діяльності в зонах безумовного відселення індекс санітарного стану насаджень значно погіршився і становив 2,92. За існуючою градацією [9], досліджувані деревостани належать до категорії дуже ослаблених. У той же час поза межами зони, де традиційне ведення лісового господарства продовжується, індекс санітарного стану насаджень кращий - 2,29.

Накопичення ^{137}Cs у деревних породах визначається складним комплексом факторів, до яких, із лісівничої точки зору, насамперед слід віднести лісорослинні умови, лісівничі характеристики насаджень та біологічні особливості деревних видів. Відмінності в накопиченні ^{137}Cs , зумовлені типом умов місцезростання, розглянемо на прикладі сосни звичайної.

Таблиця 3. Розподіл дерев сосни на пробних площах за категоріями стану, %

№ пробної площі	Категорія стану						Індекс стану дерев
	1	2	3	4	5	6	
59	22	23	29	15	4	7	2,77
60	20	22	32	22	4	-	2,68
61	18	19	26	19	5	13	3,13
62	20	21	20	20	7	12	3,09
51К	22	34	36	6	2	-	2,32
52К	36	32	22	5	4	-	2,10
53К	24	29	36	9	2	-	2,36
54К	26	28	30	12	4	-	2,40
55К	29	28	33	7	3	-	2,27
Середнє	24,1	26,3	29,3	12,8	3,9	3,6	2,57

Дослідження проводились на постійних пробних площах у середньовікових насадженнях, зростаючих у різних за зволоженням та трофічністю лісорослинних умовах регіону. Наведені матеріали (табл. 4) свідчать, що незалежно від лісорослинних умов найменше радіонуклідів зосереджено в деревині без кори, далі в порядку зростання питомої активності розміщено - деревина в корі, кора, гілки, однорічні пагони та шпильки. Подібний розподіл спостерігається й за величинами коефіцієнтів переходу. Так, наприклад, для умов вологих борів (A_3), питома активність ^{137}Cs (Бк/кг) та коефіцієнти переходу ($\text{м}^2\text{кг}^{-1}10^{-3}$) відповідно становлять: у деревині без кори - 3025 і 9,4; у деревині в корі - 4178 і 13,0; у корі - 8886 і 27,6; у гілках - 16657 і 51,7; у пагонах однорічних - 30100 і 93,5; у шпильках однорічних - 41988 і 130,4. Із поліпшенням умов місцезростання забрудненість компонентів фітомаси деревних порід зменшується. Досить чітко це можливо прослідкувати на прикладі крайніх типів - борів та сугрудків. Коефіцієнти переходу ^{137}Cs у тканини та органи становлять: по корі - 27,6 і 3,2; по деревині в корі - 13,0 і 1,0; по деревині без кори - 9,4 і 0,4.

Таблиця 4. Вміст ^{137}Cs у тканинах та органах сосни звичайної, зростаючої в різних лісорослинних умовах (за даними 1999 р.)

Тканини та органи	Питома активність за типами умов місцезростання, Бк/кг				
	Коефіцієнти переходу за типами умов місцезростання				
	A_3	B_3	C_3	B_2	B_4
Кора	8886	11403	1107	5703	15825
	27,6	28,4	3,2	12,5	34,2
Деревина в корі	4178	3738	328	2056	6478
	13,0	9,3	1,0	4,5	14,0
Деревина без кори	3025	2957	144	1462	3430
	9,4	7,3	0,4	3,2	7,4
Гілки	16657	16487	785	11158	30307
	51,7	41,0	2,3	24,5	65,6
Пагони однорічні	30100	23600	1370	20150	56852
	93,5	58,7	4,0	44,3	123,0
Шпильки однорічні	41988	32000	1090	17600	50126
	130,4	79,6	3,2	38,7	108,5
Щільність радіоактивного забруднення ґрунту ^{137}Cs , кБк/м ²	322	402	341	455	462

Надходження радіонуклідів у досліджувані тканини й органи сосни досить суттєво залежить від зволоженості ґрунту. Питома активність ^{137}Cs у зразках зростає від свіжих до вологих і сирих гігروتопів (див. табл. 4). У середньому вміст ^{137}Cs у тканинах сосни, що

зростає в умовах свіжого субору, в 1,8 рази менший, ніж у відповідних тканинах сосни із вологих суборів, та у 2,7 рази, ніж у сирих суборах. Тенденцію до підвищення інтенсивності накопичення радіонуклідів тканинами та органами сосни у більш зволжених умовах підтверджують розраховані коефіцієнти переходу. Їх величини у свіжих, вологих і сирих суборах відповідно складають: для кори - 12,5; 28,4; 34,2, для деревини в корі - 4,5; 9,3; 14,0, для деревини без кори - 3,2; 7,3; 7,4.

У більш багатих лісорослинних умовах інтенсивність надходження радіонуклідів у рослини суттєво знижується. Це обумовлено тим, що в ґрунтах із більшим запасом гумусу і, відповідно, гумінових кислот радіоактивні елементи зв'язуються в малодоступні для рослин форми, що знижує їх мобільність. У гігротопному ряду навпаки - з підвищенням вологості ґрунту мобільність радіонуклідів збільшується, що в свою чергу позитивно впливає на інтенсивність їх кореневого надходження до рослин.

Помітну роль у накопиченні радіонуклідів, поряд із лісорослинними умовами, відіграють біологічні особливості деревних порід, які визначають ріст живого організму в цілому. Дослідження проводились у складних за породним складом насадженнях, зростаючих в умовах сугрудків. Модельні дерева різних порід підбирались на незначній віддалі одне від одного з метою виключення інших чинників, що можуть впливати на накопичення ними радіонуклідів. Результати проведених досліджень по вивченню накопичення ^{137}Cs у деревних видах відображено в табл. 5. Вони свідчать про неоднорідність надходження та нагромадження радіонуклідів у тканинах різних деревних видів, зростаючих у межах одного екотопу. За інтенсивністю накопичення ^{137}Cs досліджувані лісотвірні породи регіону досліджень розміщено в такий ранжований ряд: береза повисла > осика > дуб звичайний > сосна звичайна. Дані матеріали підтверджують результати попередніх досліджень - ролі лісорослинних умов у процесі накопичення радіонуклідів. Тобто на територіях з більш багатими умовами місцезростання, незважаючи на досить значне радіоактивне забруднення ґрунту ^{137}Cs (більше 10 Ki/km^2), можливо отримувати деревну продукцію, в якій вміст радіонуклідів не перевищує допустимих рівнів. У той же час такі площі, згідно з [8], виключено із лісокористування.

Таблиця 5. Питома активність ^{137}Cs у деревині різних деревних видів, зростаючих в умовах сугрудків

Склад насадження	Тип умов місце-зростання	Щільність забруднення ґрунту, Ki/km^2	Деревні породи			
			сосна звичайна	дуб звичайний	береза повисла	осика
5Д4Ос1С+Б	С ₂	18,8	515	787	866	641
4С4Д1Ос1Б	С ₂	14,7	506	429	591	1326
5С3Д1Б1Ос	С ₃	10,7	552	1100	936	557
8С2Б	С ₃	11,3	561		279	
4С2Б2Ос2Д	С ₃	10,0	410	1290	627	1000
3С4Б3Ос+Д	С ₃	11,4	219	398	722	579
3С4Д2Б1Ос	С ₃	11,0	1622	1183	715	1902
4С2Б2Ос2Д	С ₃	12,8	292	376	486	287
4С3Б3Ос+Д	С ₃	15,2	297	1161	650	795

Таким чином, проведені дослідження дозволили зробити певні висновки:

існуюче зонування радіоактивно забруднених лісових територій у зв'язку із значною мозаїчністю не відповідає реальній картині та не задовольняє потреби лісівників-виробничників;

завдяки природному розпаду радіонуклідів за післяаварійний період відбулося зниження щільності радіоактивного забруднення ґрунту в лісових насадженнях;

поглибилися негативні наслідки припинення господарчої діяльності на вкритих лісом землях: погіршився санітарний стан насаджень та знизилась стійкість деревостанів;
вміст радіонуклідів у деревній продукції лісового господарства значною мірою залежить від лісорослинних умов та біологічних особливостей деревних видів;
назріла необхідність реабілітації забруднених радіонуклідами земель, перегляду існуючих обмежень і поступового переходу до ведення лісового господарства в цих зонах на лісотипологічній основі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мамихин С.В., Тихомиров Ф.А., Щеглов А.И. Цезий-137 в древесине деревьев, произрастающей на территории, загрязненной радионуклидами в результате аварии на ЧАЭС // Проблемы экологического мониторинга: Материалы Российской радиобиологической науч.-практ. конф. 26 - 28 февраля 1991 г. - Брянск, 1991. - Ч. 2. - С. 34 - 36.
2. Краснов В.П., Орлов О.О., Ірклієнко С.П. та ін. Зміна активності цезію-137 в деревині сосни звичайної після переробки // Лісовий журнал. - 1993. - № 1. - С. 11-12.
3. Речан С.П. О возрастной структуре типов леса // Современные проблемы лесной типологии. - М.: Наука, 1985. - С. 37 - 39.
4. Рожков А.А., Козак В.Т. Устойчивость лесов. - М.: Агропромиздат, 1989. - 239 с.
5. Бузун В.О., Приступа Г.К. Деякі особливості самозрідження і стан соснових насаджень в зоні безумовного відселення // Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України / Наукові праці Поліської ЛНДС. - Житомир: Волинь, 1999. - Вип. 6. - С. 108 - 113.
6. Балашов Л.С., Гайченко О.А. Загальний екологічний стан зони відчуження ЧАЕС // Бюлетень екологічного стану зони відчуження. - 1996. - № 1. - С. 8 - 10.
7. Гусев Н.Г., Беляев В.А. Радиоактивные выбросы в биосфере. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 255 с.
8. Рекомендації з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення / Під ред. М.М. Калетника. - Київ: Ярмарок, 1998. - 88 с.
9. Инструкция по экспедиционному лесопатологическому обследованию лесов СССР. - М.: Госкомлес СССР, 1983. - 182 с.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ И ВЕДЕНИЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В ЗОНАХ БЕЗУСЛОВНОГО ОТСЕЛЕНИЯ

С. П. Ірклієнко, В. А. Бузун, А. Г. Дмитренко, Ф. Н. Турчак

Приведены основные закономерности функционирования лесных экосистем в зоне безусловного отселения. Рассмотрена мозаичность радиоактивного загрязнения лесных экосистем. Проанализированы закономерности аккумуляции ^{137}Cs в древесине основных лесобразующих пород. Предложены мероприятия по реабилитации лесов.

FOREST ECOSYSTEMS FUNCTIONING OF AND CONDUCTING OF FORESTRY IN THE ZONES OF ABSOLUTE ALIENATION

S. P. Irklienko, V. A. Buzun, A. G. Dmitrenko, F. N. Turchak

The main regularities of forest ecosystems functioning in the zone of absolute alienation were shown. The radiocontamination mozaicity of forest ecosystems was underlined. Regularities of ^{137}Cs accumulation in the wood of the main arboreous species were analyzed. The detailed measures of forestry conducting and forests rehabilitation were proposed.