Отрешко Л. М., Йощенко Л. В., Поліщук С. В., Косарчук О. В.

УДК 504.064:630.*8:662.63

ПРОБЛЕМИ ВІДПОВІДНОСТІ ГІГІЄНІЧНИМ НОРМАТИВАМ ВМІСТУ РАДІОНУКЛІДІВ ПАЛИВНОЇ ДЕРЕВИНИ У ПІВНІЧНИХ РАЙОНАХ КИЇВСЬКОЇ ТА ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТЕЙ

Л. М. ОТРЕШКО, кандидат біологічних наук, науковий співробітник

Л. В. ЙОЩЕНКО, науковий співробітник

С. В. ПОЛІЩУК, науковий співробітник

О. В. КОСАРЧУК, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник

Український науково-дослідний інститут сільськогосподарської радіології Національного університету біоресурсів і природокористування України

E-mail: otreshkol@ukr.net

Анотація. *У 2017 р. проведено спряжений відбір проб ґрунту та деревини із лісових масивів найбільш забруднених внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції регіонів України (Київської та Житомирської областей). В усіх відібраних зразках вимірювалася активність ^{137}Cs і ^{90}Sr за допомогою стандартних методів гамма-, бета-спектрометрії та радіохімії. Встановлено, що питома активність ^{137}Cs у 30-сантиметровому шарі лісових ґрунтів складала 74±15 – 6380±64 Бк/кг, ^{90}Sr знаходився у діапазоні від 1±0,5 до 65±5,4 Бк/кг. Питома активність ^{137}Cs у зразках деревини знаходилась у межах <9 – 744±16 Бк/кг, а ^{90}Sr – від 31±0,5 до 1503±193 Бк/кг. Показано, що 90 % зразків деревини перевищують ГНПАР–2005 по ^{90}Sr (60 Бк/кг), в той час коли по ^{137}Cs не відповідає даному нормативу (600 Бк/кг) лише 5 % зразків. Проведені дослідження підтвердили високу ймовірність одержання із радіоактивно-забруднених лісових масивів деревини, що не відповідає гігієнічному нормативу для дров паливних та паливних пучків ГНПАР–2005. Зроблено висновок, що з врахуванням сумарної питомої активності ^{137}Cs та ^{90}Sr у досліджених зразках деревини та низької зольності даного палива, існує досить висока ймовірність отримати зольний залишок із питомою активністю понад 10 кБк/кг, який відповідає згідно з ОСПУ-2005 критерію низькоактивних радіоактивних відходів. Отримані результати вказують на потребу проведення моніторингу радіонуклідного забруднення паливної деревини і ретельного радіологічного контролю її використання на постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи територіях та доводять необхідність проведення подальших досліджень.*

Ключові слова: *питома активність, паливна деревина, ^{90}Sr, ^{137}Cs, гігієнічні нормативи, паливні енергетичні установки*

Актуальність. Внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС в різні зони радіоактивного забруднення потрапили лісові насадження 18 областей України. З обстежених у 1991-1992 рр. 3,2 млн. га лісових площ 1,23 млн. га (близько 38 %) мали щільність радіоактивного забрудненого ґрунту ^{137}Cs понад 37 кБк/м^2. Найбільше від радіоактивного забруднення постраждали ліси Поліських областей України. Так, частка лісів із щільністю забруднення ґрунту ^{137}Cs вище 37 кБк/м^2, в яких вводяться обмеження на лісокористування в Житомирській, Рівненській та Київській областях становить відповідно 60,0 %, 56,0 % та 52,0 % від загальної площі лісового фонду [1, 2], причому, щорічний обсяг заготівлі деревини у лісах Полісся сягає близько 48 % від загального в Україні [3].

За період, який минув з часу після аварії на ЧАЕС, загалом були вирішені головні проблеми, пов’язані як з веденням лісогосподарського виробництва, так і з використанням продукції лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення лісових екосистем. Досить детально вивчені такі питання, як акумуляції у тканинах та органах головних лісоутворюючих порід ^{137}Cs при різній щільності радіоактивного забруднення території та різних едатопах, а також зміна його вмісту у деревній продукції після технологічної переробки. на відміну від ^{137}Cs дані питання відносно ^{90}Sr є менш дослідженими в першу чергу через довготривалість і високу вартість визначення даного радіонукліду.

Останнім часом спостерігається збільшення сумарного вмісту радіонуклідів у деревині лісових порід, що призводить до збільшення ймовірності отримання продукції, яка перевищує ГНАПАР-2005 [4], особливо на територіях північних районів Житомирської та Київської областей [5, 6]. Зокрема, висока біологічна доступність ^{90}Sr обумовлює значні рівні його акумуляції компонентами деревного ярусу. Так, наприклад, значення $K_П$ ^{90}Sr у компоненти надземної фітомаси соснового насадження у 5–20 разів більша, ніж для ^{137}Cs [7, 8], при цьому, як правило, листяні породи характеризуються більш високим рівнем акумуляції ^{90}Sr порівняно з ^{137}Cs [9,10].

Слід відмітити, що при щільності забруднення території ^{137}Cs вище 300

кБк/м^2 і ^{90}Sr вище 2 кБк/м^2 вміст радіонуклідів в окорованій деревині може перевищувати гігієнічні нормативи для паливної деревини (ПД) (ГНАПАР-2005) 600 і 60 Бк/кг відповідно [3] Для неокорованої маломірної ПД та хмизу перевищення ГНПАР-2005 вмісту ^{90}Sr можуть спостерігатися навіть при менших щільностях забруднення ґрунту. Так, наприклад, на південному кордоні зони відчуження ЧАЕС у всьому Іванківському районі, де проживає населення, в даний час щільність забруднення території ^{137}Cs не перевищує 185 кБк/м^2, проте щільність забруднення ^{90}Sr перевищує рівень 2 кБк/м^2 [11, 12]. Слід особливо зазначити, що вже при щільності забруднення території ^{90}Sr, починаючи з 1 кБк/м^2 при $K_П$ вище 60 ((Бк/кг)/(кБк/м^2)), у дровах і паливних пучках (хмизі) питома активність ^{90}Sr може перевищувати гігієнічний норматив ГНПАР-2005 [4].

Останнім часом в умовах економічної кризи в Україні все частіше постають питання використання альтернативних джерел енергії, зокрема паливної деревини та відходів деревообробки, на яких працюють теплові котли та паливні енергетичні установки (ПЕУ). В зв’язку з цим, враховуючи існуючі проблеми із вмістом радіонуклідів у деревині на значній території Полісся, особливої актуальності набувають роботи по оцінці і прогнозу рівнів її радіонуклідного забруднення, а також із висновками про можливість використання ПД із забруднених радіонуклідами лісових масивів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Існуючі проблеми із вмістом радіонуклідів у деревині на території України висвітлені у наукових працях багатьох авторів [1, 9, 13, 14, 15]. Значна кількість робіт, присвячених цій актуальній проблемі і у зарубіжній літературі. Зокрема, литовські науковці оцінювали ймовірні радіологічні ризики для населення внаслідок використання деревного палива у місцевих ПЕУ та не виявили великих проблем із місцевою паливною сировиною, але зафіксували високу питому активність ^{137}Cs у деревних гранулах, що імпортувалися з України [16]. Дослідники із Білорусії на підставі експериментальних даних оцінювали ймовірність утворення золи категорії радіоактивних відходів (РАВ) – з питомою активністю 10 кБк/кг та

вище. Зокрема встановлено, що при спалюванні ПД з питомою активністю ^{137}Cs 740 Бк/кг та 300 Бк/кг, вихід такої золи становитиме відповідно > 50 % та < 30 % [17].

Аналізуючи результати попередніх досліджень, отриманих вітчизняними та зарубіжними вченими слід зазначити, що представлені в даній роботі результати є актуальними, а отримані дані щодо вмісту радіонуклідів у ПД з лісових масивів територій досліджень та висновки щодо її відповідності гігієнічним нормативам матимуть практичне значення для коректного обліку потенційної сировинної бази і можливості безпечного використання даного виду палива.

Мета дослідження. Проведення досліджень по встановленню забруднення ^{137}Cs та ^{90}Sr паливної деревини із лісових масивів північних районів Київської та Житомирської областей та оцінка її відповідності ГНАПАР-2005.

Матеріали і методи дослідження. Використовуючи попередній досвід здійснення подібних досліджень [5] та рекомендації щодо проведення моніторингу [18], у 2017 р. було обрано території для проведення досліджень. У лісових масивах Поліського району Київської області та Народницького, Овруцького і Коростенського районів Житомирської області для оцінки рівнів забруднення паливної деревини та її відповідності ГНПАР-2005 було здійснено відбір проб ґрунту і деревини найпоширеніших лісових порід у даних регіонах – сосни звичайної та берези бородавчастої. Всього було відібрано та проаналізовано на вміст ^{137}Cs і ^{90}Sr 17 зразків ґрунту та 20 зразків неокорованої деревини (15 зразків сосни звичайної і 5 зразків берези бородавчастої).

Спряжені проби ґрунту відбиралися згідно з СОУ 74.14-37-425:2006 [19] та з урахуванням загальноприйнятих стандартних підходів, методології, вимог оптимізації пробовідбору та вимірювань зразків при радіоекологічному моніторингу [18]. В кожній точці пробовідбору за допомогою приймача GPSmap 78s (Garmin, США) встановлювались географічні координати в системі WGS84.

Перед відбором проб проводилося вимірювання потужності еквівалентної дози (ПЕД) в повітрі радіометром-дозиметром РКС-01 «СТОРА-ТУ» (ECOTEST, Україна).

Проби ґрунту відбиралися спеціальним циліндричним пробовідбірником діаметром 37 мм на глибину 30 см у п'яти точках методом конверта. Після цього проби об'єднувалися в одну загальну об'єднану пробу об'ємом 1000 $см^3$, висушувалися при температурі 105°С, просівалась через сито з отворами 1 мм і ретельно гомогенізувалася.

Зразки деревини відбирали на тих же ділянках, що й проби ґрунту. Проби деревини відбирали спеціальним проростковим буром діаметром 0,5 см на висоті стовбура 1,3 м.

У відібраних зразках ґрунту та деревини вимірювалася активність ^{137}Cs та ^{90}Sr за допомогою стандартних методів гамма-, бета-спектрометрії та радіохімії [18, 20]. Вміст ^{137}Cs в попередньо підготовлених пробах визначався на високоефективному гама-спектрометрі з напівпровідниковим детектором із високочистого германію «GEM-30185» фірми «EG & ORTEC» США.

Вміст ^{90}Sr у пробах визначався після його радіохімічного виділення за активністю його дочірнього радіонукліду ^{90}Y на бета-спектрометрі СЕБ–01 (АКП, Україна) [20]. Обробка масивів первинної інформації здійснювалась із застосуванням стандартного пакета MS Excel 2010.

Результати дослідження та їх обговорення. Згідно результатів гамма- та бета-спектрометрії зразків ґрунту встановлено, що питома активність ^{137}Cs та ^{90}Sr у 30-сантиметровому шарі ґрунтів територій дослідження становила 74±15 – 6380±64 Бк/кг та 1±0,5 - 65±5,4 Бк/кг відповідно (табл. 1). В одній із проб (№ 1с) питома активність ^{137}Cs більш ніж на порядок величини перевищувала середній рівень і сягнула 6380±64 Бк/кг, але при цьому активність ^{90}Sr складала всього 65±5,4 Бк/кг (див. табл. 1). Причини аномально високих рівнів питомої активності ^{137}Cs у даній точці потребують подальшого уточнення.

Отрешко Л. М., Йощенко Л. В., Поліщук С. В., Косарчук О. В.

1. Коротка характеристика точок пробовідбору

Точка пробовідбору	Координати точок пробовідбору		Покази дозиметра, мкЗв/год	Питома активність, Бк/кг (30 см шару ґрунту)	
	N	E		^{137}Cs	^{90}Sr
1	51.281810°	29.581330°	2,11	6380±64	65±5
2	51.298070°	29.382430°	0,14	140±2	22,3±2
3	51.291990°	29.398710°	0,19	644±7	3,6±0,6
4	51.315400°	29.248690°	0,10	115±17	58±6
5	51.182040°	29.24740°	0,58	1510±15	5,7±0,5
6	51.103690°	29.078750°	0,20	355±4	3,6±0,6
7	51.068200°	29.193410°	0,58	880±9	4,6±0,7
8	51.049600°	29.244050°	0,20	365±4	3,95±0,6
9	51.002980°	29.255890°	0,12	86±1	2,6±0,7
10	50.985970°	28.758100°	0,17	130±10	1,08±0,4
11	51.007246°	28.624426°	0,15	460±32	2,11±0,6
12	51.013464°	28.638213°	0,16	355±50	1,81±0,5
13	51.122653°	28.742582°	0,12	74±15	1,65±0,5
14	51.099650°	28.743300°	0,13	78±10	1,68±0,4
15	51.128270°	28.842860°	0,11	95±16	1,00±0,5
16	51.296360°	29.218670°	0,12	100±20	4,93±0,6
17	51.268860°	29.390280°	0,48	1000±100	17,32±1,9

Відповідно до результатів проведених досліджень (див. таб. 2) питома активність ^{137}Cs у зразках деревини знаходилася у діапазоні від < 9 до 744 (в середньому – 166 Бк/кг), при цьому 95 % проаналізованих зразків, за виключенням одного (точка пробовідбору 7, зразок 7б), відповідали ГНПАР-2005 щодо вмісту ^{137}Cs у ПД. При цьому питома активність ^{90}Sr у зразках знаходилась у межах від 31 до 1503 Бк/кг і, відповідно, лише два зразки відповідали ГНПАР-2005 по вмісту ^{90}Sr (точка пробовідбору 8, зразок 8б та точка пробовідбору 10, зразок 10б). Тобто, відмічене перевищення вмісту гігієнічного нормативу ^{90}Sr у ПД залежно від активності зразків від 1,1 до 25 разів. Загалом 90 % від загальної кількості проаналізованих зразків деревини перевищувало гігієнічний норматив для дров паливних і паливних пучків за вмістом ^{90}Sr (див. табл. 2).

Враховуючи сумарну питому активність ^{137}Cs та ^{90}Sr у досліджених зразках деревини та низьку зольність даного палива, існує досить висока

ймовірність отримати зольний залишок з питомою активністю понад 10 кБк/кг, який відповідає згідно з ОСПУ-2005 [21] критерію низькоактивних РАВ.

2. Питома активність ^{137}Cs та ^{90}Sr у зразках паливної деревини та її відповідність ГНПАР-2005

Шифр зразка	Питома активність деревини, Бк/кг		Відповідність ГНПАР-2005	Перевищення ГНПАР-2005, разів	
	^{137}Cs	^{90}Sr		^{137}Cs	^{90}Sr
1с[1)]	250±18	1503±193	ні	-	25
2с	400±20	293±19	ні	-	4,9
3с	74±27	929±99	ні	-	15,5
3б[2)]	450±9	669±77	ні	-	11,2
4с	284±27	494±46	ні	-	8,2
5с	177±20	69±2	ні	-	1,2
6с	336±18	68±2	ні	-	1,2
7с	106±19	64±2	ні	-	1,1
7б	744±16	315±21	ні	1,2	5,3
8с	79±25	105±3	ні	-	1,8
8б	56±28	31±1	так	-	-
9с	52±30	208±15	ні	-	3,5
10б	39±14,9	31,1±12,4	так	-	-
11б	51±18,4	125±21,3	ні	-	2,1
12с	62±22,3	75±19,0	ні	-	1,3
13с	<9	262±35,4	ні	-	4,4
14с	19±12,9	149±24,4	ні	-	2,5
15с	64±19,2	136±31,3	ні	-	2,3
16с	10,8±7,5	200±25,0	ні	-	3,3
17с	55±15,4	356±37.7	ні	-	5,9

с[1)] зразок деревини сосни звичайної
б[2)] зразок деревини берези бородавчастої

Висновки та перспективи подальших досліджень

У 2017 р. було проведено дослідження забруднення ^{137}Cs та ^{90}Sr паливної деревини із лісових масивів найбільш забруднених внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції регіонів України (Київської та Житомирської областей).

Показано, що 90 % зразків деревини перевищують гігієнічний норматив

для дров паливних та паливних пучків ГНПАР–2005 по вмісту ^{90}Sr (60 Бк/кг), в той час за критерієм питомої активності ^{137}Cs не відповідає даному нормативу (600 Бк/кг) лише 5 % зразків. Проведені дослідження підтвердили високу ймовірність одержання із радіоактивно-забруднених лісових масивів деревини, що не відповідає ГНПАР–2005.

Враховуючи сумарну питому активність ^{137}Cs та ^{90}Sr у досліджених зразках деревини та низьку зольність даного палива, існує досить висока ймовірність отримати зольний залишок з питомою активністю понад 10 кБк/кг, який відповідає згідно з ОСПУ-2005 критерію низькоактивних радіоактивних відходів.

Одержані результати підтвердили потребу ретельного радіологічного контролю використання паливної деревини на постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи територіях та доводять необхідність проведення подальших досліджень по оцінці і прогнозу радіоактивного забруднення деревини та одержання висновків про можливість безпечного використання даного виду палива. Виходячи з отриманих даних, підтверджується необхідність перегляду нормативів вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr у паливній деревині, а також їх доповненням окремими нормативами для деревного палива промислових енергетичних установок.

Продовження даних досліджень дасть змогу знизити ступінь соціальної напруги у суспільстві, пов’язаної із занепокоєнням населення щодо можливості використання місцевої деревини у якості палива та сприятиме оптимізації системи радіаційного контролю, поліпшенню радіологічної ситуації і, як наслідок, життєвого рівня та здоров’я місцевого населення.

Список використаних джерел

1. Краснов В. П. Радіоекологія лісів Полісся України. Житомир: Волинь, 1998. 128 с.

2. Двадцять п’ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього. Київ: КІМ, 2011. 356 с.

3. Фурдичко О. І. Радіоекологічна безпека аграрних і лісових екосистем у віддалений період після аварії на ЧАЕС Агроекологічний журнал.2016. № 1. С. 6–13.

4. ГНПАР-2005. Гігієнічний норматив питомої активності радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у деревині та продукції з деревини: наказ М-ва охорони здоров`я України від 31.10.2005. № 573. 3 с.

5. Содержание ^{90}Sr и ^{137}Cs в древесине на южном топливном следе чернобыльских радиоактивных выпадений Л. Н. Отрешко и др. Ядерна фізика та енергетика. 2015. Т. 16, № 2. С. 183–193.

6. Kashparov V., Levchuk S, Khomutynyn Yu., Morozova V., Znurba M. Reportof UIAR. Chernobyl: 30 Years of Radioactive Contamination Legacy: UIAR of NUBiP of Ukraine, commissioned by Greenpeace Belgium, Kiev, 2016, 59 p.

7. Переволоцкий А. Н. Распределение ^{137}Cs и ^{90}Sr в лесных биогеоценозах. Гомель: РНИУП «Институт радиологии». 2006. 255 с.

8. Shaw G. Radioactivity in the terrestrial environment: Radionuclides in forest ecosystems. Elsevier, 2007 P. 127–156 ().

9. Краснов В. П. Прикладная радиоэкология леса : монография. Житомир: «Полісся», 2007. 680 с.

10. Отрешко Л. М. Забруднення сільськогосподарської та лісової продукції ^{90}Sr в регіонах, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи : автореф. дис. На здобуття наук. Ступеня к-та. біол. наук : 03.00.01. / Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. Київ, 2015. 24 с.

11. Kashparov V. A. Lundin S. M. , Khomutinin Yu. V. [et all.] Soil contamination with ^{90}Sr in the near zone of the Chernobyl accident Journal of Environment Radioactivity. v. 56, № 3, 2001, P. 285–298.

12. Kashparov V. A,. Ahamdach N., Zvarich S. I., Yoschenko V. I. [et all.] Kinetics of dissolution of Chernobyl fuel particles in soil in natural conditions. / V. A. Kashparov. *Journal of Environmental Radioactivity*, v. 72, Issue 3, 2004, P. 335–353.

13. Біогеохімія цезію-137 у лісоболотних екосистемах українського Полісся / Орлов О. О., Долін В. В.; за ред. Е. В. Соботовича. Київ, 2010. 198 с.

14. Обґрунтування нормативу на вміст радіонуклідів у паливній деревині та оцінка його виправданості. Лось, І. П., Шабуніна Н. Д. , Орлов О. О ті ін. / Довкілля та здоров’я. Київ, 2008. № 2, - С. 19 - 22.

15. Ландин В. П. О направлениях эффективного использования радиоактивно загрязненных лесных земель Украины. Радиационная экология.2013. № 1. С. 54-59.

16. Radiological investigation of wood used for combustion Ladygiené R. et al. EKOLOGIJA. 2010. Vol. 56. No. 3–4. P. 87–93.

17. Радиоэкологические аспекты сжигания древесного топлива на крупных энергетических установках Беларуси / Соловьев, В. Н. и др. Энергетическая стратегия. 2010. № 1 (13). С. 50–54.

18. Хомутинин Ю. В., Кашпаров В. А. , Жебровская Е. И. Оптимизация отбора и измерений проб при радиоэкологическом мониторинге. Київ: ВІПОЛ, 2001. 160 с.

19. СОУ 74.14-37-425:2006 Якість ґрунту. Методи відбору проб ґрунту для радіаційного контролю. Київ: Міністерство аграрної політики України. 2006. 15 с. (Стандарт Мінагрополітики України)

20. Павлоцкая Ф. И. Основные принципы радиохимического анализа объектов природной среды и методы определения радионуклидов стронция и трансурановых элементов. Журнал аналитической химии. 1997. Т. 52, № 2. С. 126–143.

21. ОСПУ – 2005. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України: наказ МОЗ України від 02.02.2005 № 54, зареєстровано в М-ві юстиції України від 20 травня 2005 р. № 552/10832. URL: (http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0552-05)

References

1. Krasnov, V. P. (1998). Radioecology of Forests of the Polissya of Ukraine [Radioecology of Forests]. Zhytomer: Volyn, 128.

2. Twenty five years of the Chernobyl disaster (2011). Safety of the future. Kiev: KIM, 356.

3. Furdichko, O. I. (2016). Radioecological safety of agrarian and forest ecosystems in the remote period after the Chernobyl accident. [Bibliography] Agroecological journal, 1, 6-13.

4. Hygienic norm of specific activity of radionuclides 137Cs and 90Sr in wood and wood products (*SSSAR*-2005). Approved by Order of the Ministry of Health of Ukraine dated, 31.10.2005, № 573, 3.

5. Otreshko, L. N., Zhurba, M. A., Bilous, A. M., Yoshchenko, L. V. (2015). Contents of 90Sr and 137Cs in wood on the southern fuel track of Chernobyl radioactive fallout. Nuclear Physics and power engineering. 16 (2),183-193.

6. Kashparov, V., Levchuk, S., Khomutynyn, Yu., Morozova, V., Znurba, M. 30 Years of Radioactive Contamination Legacy [Reportof UIAR. Chernobyl] (2016). UIAR of NUBiP of Ukraine, commissioned by Greenpeace Belgium. Kiev, 59.

7. Perevolotsky, A. N. (2006). Distribution of 137Cs and 90Sr in forest biogeocenoses. Gomel: RNIUI Institute of Radiology, 255 p.

8. Shaw, G. (2007). Radioactivity in the terrestrial environment [Radionuclides in forest ecosystems]. Elsevier, 127-156/

9. Krasnov, V. P. (2007).. Applied radioecology of forest, [A monograph], Zhytomyr: Polissya, 680.

10. Otresko, L. M. (2015). Pollution of 90Sr agricultural and forest products in the regions affected by the Chornobyl catastrophe [Problems of compliance of the radionuclids content in grain and fuel wood]. National Unities of biological resources and natural resources of Ukraine. Kiev, - 24 p.

11. Kashparov, V. A., Lundin, S. M., Khomutinin, Yu. V. [et al.] (2001). Soil

contamination with 90Sr in the near zone of the Chernobyl accident. Journal of Environment Radioactivity, 56, (3), 285-298.

12. Kashparov, V. A., Ahamdach, N. , Zvarich, S. I. , Yoschenko, V. I. [et al.]. (2004). Kinetics of the dissolution of Chernobyl fuel particles in the soil in natural conditions. Journal of Environmental Radioactivity, 72, Issue 3, 335-353.

13. Orlov, O. O., Dolin, V. V. (2010). Biogeochemistry of cesium-137 in the forest ecosystems of the Ukrainian Polissya. Kiev: Scientific book, 198 p.

14. Los, I. P., Shabunin, N. D., Orlov, O. O., Krasnov, V. P., Landin, V. P. (2008). Justification of the norm for the content of radionuclides in fuel wood and assessment of its justification. Environment and health, 2, 19-22.

15. Landin, V. P. (2013). On the Directions of Efficient Use of Radioactively Contaminated Forestlands of Ukraine. Radiation Ecology, 1, 54-59.

16. Ladygiené, R. et al. (2010). Radiological investigation of wood used for combustion. ECOLOGY, 56 (3-4), 87-93.

17. Solovyev, V. N., Zhemzhurov, M. L., Levchuk, A. S., Kuzmina, N. D. etc. (2010). Radioecological aspects of burning wood fuel on large power plants of Belarus. Energy strategy, 1 (13), 50-54.

18. Khomutinin, Yu. V., Kashparov, V. A., Zhebrovskaya, E. I. (2001).Optimization of selection and measurement of samples under radioecological monitoring. Kiev: VIPOL, 160.

19. СОУ 74.14-37-425: 2006 [Quality of soil. Methods of Sampling Soil for Radiation Control] (2006). Kiev: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine, 15.

20. Pavlotskaya, F. I. (1997). Basic principles of radiochemical analysis of objects of the natural environment and methods for determining radionuclides of strontium and transuranium elements. Journal of Analytical Chemistry, 52 (2), 126-143.

20. Basic sanitary rules of radiation safety of Ukraine (*OSPU*-2005). Approved by the Order of the Ministry of Health of Ukraine, 02.02.2005, № 54, registered with the Ministry of Justice of Ukraine on 20.05.2005, №. 552/10832. Available at: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0552-05

ПРОБЛЕМЫ СООТВЕТСТВИЯ ГИГИЕНИЧЕСКИМ НОРМАТИВАМ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ТОПЛИВНОЙ ДРЕВЕСИНЕ ИЗ СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ КИЕВСКОЙ И ЖИТОМИРСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

Л. Н. Отрешко, Л. В. Йощенко, С. В. Полищук, О. В. Косарчук

Аннотация. *В 2017 г. проведено сопряженный отбор проб почвы и древесины с лесных массивов наиболее загрязненных вследствие аварии на*

Отрешко Л. М., Йощенко Л. В., Поліщук С. В., Косарчук О. В.

Чернобыльской атомной электростанции регионов Украины (Киевской и Житомирской областей). Во всех отобранных образцах измерялась активность ^{137}Cs и ^{90}Sr с помощью стандартных методов гамма-, бета-спектрометрии и радиохимии. Установлено, что удельная активность ^{137}Cs в 20-сантиметровом слое лесных почв составляла 74±15 - 6380±64 Бк/кг, ^{90}Sr находился в диапазоне от 1±0,5 до 65±5,4 Бк/кг. Удельная активность ^{137}Cs в образцах древесины находилась в пределах <9 - 744±16 Бк/кг, а ^{90}Sr - от 31±0,5 до 1503±193 Бк/кг. Показано, что 90 % образцов древесины превышают ГНПАР-2005 по ^{90}Sr (60 Бк/кг), в то время как по ^{137}Cs не соответствует данному нормативу (600 Бк/кг) только 5 % образцов. Проведенные исследования подтвердили высокую вероятность получения с радиоактивно загрязненных лесных массивов древесины, которая не соответствует гигиеническому нормативу для дров топливных и топливных пучков ГНПАР-2005. Сделан вывод, что с учетом суммарной удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в исследованных образцах древесины и низкой зольности данного топлива, существует достаточно высокая вероятность получить зольный остаток с удельной активностью более 10 кБк/кг, который, согласно ОСПУ-2005, соответствует критерию низкоактивных радиоактивных отходов. Полученные результаты указывают на необходимость проведения мониторинга радиоактивного загрязнения топливной древесины и тщательного радиологического контроля ее использования на пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы территориях и доказывают необходимость проведения дальнейших исследований.

Ключевые слова: *удельная активность, топливная древесина, ^{90}Sr, ^{137}Cs, гигиенические нормативы, топливные энергетические установки.*

PROBLEMS OF COMPLIANCE OF THE RADIONUCLIDS CONTENT IN FUEL WOOD WITH THE HYGIENIC REGULATIONS IN NORTHERN DISTRICTS OF KYIV AND ZHYTOMYR REGIONS

L. M. Oretshko, L. V. Yoshchenko, S. V. Polishchuk, O. V. Kosarchuk

Abstract. *In 2017, a concurrent selection of soil and wood samples from the most contaminated as a result of the accident at the Chornobyl Nuclear Power Plant of Ukraine (Kyiv and Zhytomyr regions) was conducted. In all selected samples activity of ^{137}Cs and ^{90}Sr was measured, using the standard methods of gamma-, beta-spectrometry and radiochemistry. It was found that the specific activities of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the 20-centimeter layer of forest soils were in the range from 74±15 to 6380±64 Bq/kg, and from 1±0,5 to 65±5,4 Bq/kg, respectively. In wood samples, specific activities of ^{137}Cs and ^{90}Sr ranged from 9 to 744±16 Bq/kg, and from 31±0,5 to 1503±193 Bq/kg, respectively. It has been shown that 90 % of samples of wood exceed SSSAR-2005 by ^{90}Sr (60 Bq/kg), while only 5 % of samples do not meet this norm by ^{137}Cs activity (600 Bq/kg). The performed studies have confirmed the high probability of obtaining wood from radioactive contaminated forest massifs, which does not meet the hygienic norm for fuel wood of the SSSAR-2005. Taking into*

account the total specific activity of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the studied samples of wood and the low ash content of this fuel, it has been concluded that there is a high probability of obtaining an ash residue with a specific activity of studied radionuclides more than 10 kBq/kg that meets the criterion of low-level radioactive waste according to OSPU-2005. The obtained results indicate the need for monitoring of radionuclide contamination of fuel wood and careful radiological control of its use in the territories, affected by the Chornobyl accident. It also proves the need for further research.

Key words: *specific activity, fuel wood, ^{90}Sr, ^{137}Cs, hygienic norms, fuel power plants*