

Рассмотрена история становления и развития природоохранных объектов восточной части Ополя на территории Тернопольской области, проведено изучение компонентов природы и перспективы создания региональной экологической сети как часть экологического образования и воспитания.

Природоохранные объекты, заказник, ботанический памятник, урочище, заповедник, Национальный парк.

The questions of research of territory and forming of the protected objects of East Opol'ya (in composition of Ternopil region) are examined in the article. The questions of natural using of Opol'ya were examined by many scientists. Among them it is possible to name Verdak, Gerenchuk, Zaverukha, Demyanchuk and other. They studied history of region, its landscapes, vegetation and animal kingdom, activity of a man, the examples of classification of landscapes.

Environmental objects, preserves, botanical attraction, tract, Reserve, National Park.

УДК 550. 424. 4

ВЕРТИКАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ ^{137}Cs У ТОРФОВО-БОЛОТНИХ ҐРУНТАХ МЕЗО- ТА ОЛІГОТРОФНИХ ЛІСОБОЛОТНИХ ЕКОСИСТЕМ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

О.В. Головка, здобувач *

Національний природний парк «Дермансько-Острозький»

Проаналізовано вертикальний розподіл ^{137}Cs у торфово-болотних ґрунтах мезо- та оліготрофних лісоболотних екосистем Західного Полісся. Зроблено висновок, що максимальна питома активність ^{137}Cs характерна для шарів очосу на межі з торфом. Визначено розподіл валового запасу радіонукліда в ґрунтах екосистем сирих та мокрих суборів, мокрих борів.

Західне Полісся України, торфово-болотні ґрунти, лісоболотні екосистеми, радіонуклід, питома активність ^{137}Cs , вертикальний розподіл.

Вертикальна міграція ^{137}Cs у ґрунті розглядається радіоекологами як один із головних процесів самоочищення лісових та болотних екосистем від радіоактивного забруднення. Крім того, ґрунти торф'яних боліт мають особливе радіоекологічне значення в ландшафтах. Так, в крайових частинах боліт вони є геохімічними бар'єрами, в т.ч. для ^{137}Cs , де рухомість згаданого радіонукліду різко зменшується. Однак, за межами крайових геохімічних бар'єрів болота є фітоміграційними аномаліями з високою мобільністю радіонуклідів у ґрунтово-рослинному покриві [1].

* Науковий керівник – кандидат біологічних наук О.О. Орлов

Мета досліджень – проаналізувати вертикальний розподіл ^{137}Cs у торфово-болотних ґрунтах основних типів мезо- та оліготрофних лісоболотних екосистем Західного Полісся України.

Радіоекологічні дослідження болотних екосистем проводились для території Росії та Білорусі, а також Центрального Полісся України [2, 3, 5, 6, 8], проте для Західного Полісся, де заболочення становить 10,9 %, таких досліджень дуже мало, та вони не охоплюють все різноманіття боліт [7]. Саме тому оцінити процеси міграції та перерозподілу радіонуклідів у торфових ґрунтах цього регіону, який є одним з найбільш постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС, має важливе значення як для науки, так і для господарства, оскільки лісоболотні екосистеми є головним джерелом багатьох ягідних та лікарських рослин, а в умовах сирих борів та суборів – і деревини.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проведені в 2004–2010 рр. на території відділень Сомино, Сира Погоня, Білоозерське Рівненського природного заповідника (Західне Полісся). Постійні пробні площі (ППП) закладені за стандартною методикою [4] у найтиповіших лісоболотних біогеоценозах. На пробних площах були вивчені геоморфологічні особливості, флористичний склад, структура фітоценозу, ґрунти. Коротка характеристика закладених стаціонарів наведена в табл. 1.

1. Коротка характеристика радіоекологічних пробних площ

Індекс ППП	Місцезнаходження	ТЛУ	Тип болота	Ценоз
25рз	Рівненський природний заповідник, Карасинське л-во, кв. 39, вид. 47. Болотний масив «Сомино»	B ₄	Мезотрофне	<i>Betula pubescens</i> + <i>Pinus sylvestris</i> + <i>Carex nigra</i> + <i>Sphagnum palustre</i> + <i>Polytrichum commune</i>
8рзбо	Рівненський природний заповідник, Білоозерське л-во, кв. 31, вид. 1. Болотний масив «Коза-Березина»	B ₅	Оліго-мезотрофне	<i>Pinus sylvestris</i> + <i>Phragmites australis</i> + <i>Eriophorum vaginatum</i> + <i>Sphagnum fallax</i>
1-10	Рокитнівський ДЛГ, Глиннівське лісництво, кв. 98, вид. 3. Болотний масив «Сира Погоня»	A ₅	Оліготрофне	<i>Pinus sylvestris</i> + <i>Eriophorum vaginatum</i> + <i>Ledum palustre</i> + <i>Oxycoccus palustris</i> + <i>Sphagnum angustifolium</i> + <i>S. magellanicum</i>

Зразки очосу і торфу непорушеної стратиграфії відбирали з трьох ґрунтових профілів торфовим буром Гіллера, колонками висотою по 10 см, до глибини 70–80 см від денної поверхні. Після висушування до повітряно-сухої ваги протягом 72 год при температурі 80 °C та визначення коефіцієнта усушки, зразки розмелювали на пробопідготовлювачі ПРП. Для спектрометричних аналізів використовували стандартну геометрію (посудина Марі-неллі об'ємом 1 л), а також еталоновані посудини іншої геометрії – 175 мл (Дента), 70 мл (ґрунтовий бюкс). Питому активність ^{137}Cs у зразках визнача-

ли на багатоканальному спектроаналізаторі СЕГ-01 з сцинтиляційним детектором БДЕГ-20-Р2. Відносна похибка вимірювання цього показника становила 15–20 %. Статистична обробка отриманих результатів проведена методами варіаційної статистики [4] з використанням стандартного пакета Excel.

Результати досліджень. В екосистемах обводнених боліт визначення щільності забруднення ґрунту ^{137}Cs є утрудненим, оскільки радіонуклід вже мігував на значну глибину. Також складно оцінити мозаїчність радіоактивного забруднення екосистеми та потужність коренезаселеного шару. Наші розрахунки показали, що щільність забруднення ^{137}Cs на стаціонарах у шарі товщиною 40 см (враховуючи очіс), де зосереджена головна частка коріння судинних рослин, є значною та дорівнює: на ППП-25рз 102,67 кБк/м² (2,77 Кі/км²), на ППП-8рзбо – 49,14 кБк/м² (1,33 Кі/км²), на ППП-1-10 – 58,99 кБк/м² (1,6 Кі/км²). Мозаїчність радіоактивного забруднення досліджуваних пробних площ була оцінена за величиною потужності експозиційної дози гамма-випромінювання, виміряного у 50 точках на кожній ППП. Отримані результати показали, що для потужності експозиційної дози гамма-випромінювання на висоті 1 м від поверхні ґрунту на всіх пробних площах характерною була широка амплітуда значень: на ППП-25рз мінімальне значення становило 10 мкР/год, максимальне – 18 мкР/год; на ППП-8рзбо відповідно 3 мкР/год та 13 мкР/год; на ППП-1-10 – 5 мкР/год та 14 мкР/год. Причому для кожної пробної площі характерним є мозаїчне радіоактивне забруднення з наявністю окремих мікросередків максимальних значень досліджуваного показника. Середнє значення потужності експозиційної дози гамма-випромінювання на висоті 1 м на ППП-25рз дорівнювало $13,05 \pm 0,51$ мкР/год, а на поверхні сфагнового покриву – $14,8 \pm 0,72$ мкР/год; на ППП-8рзбо відповідно $8,22 \pm 0,32$ мкР/год та $6,74 \pm 0,22$ мкР/год; на ППП-1-10 – $8,16 \pm 0,29$ мкР/год та $7,54 \pm 0,6$ мкР/год.

Вертикальний розподіл ^{137}Cs у торфах на ППП наведено в табл. 2.

Дані табл. 2 наочно демонструють відмінності у вертикальному розподілі згаданого радіонукліда у ґрунтах пробних площ болотних екосистем, які відрізняються ступенем розвитку та, відповідно, режимом мінерального живлення.

Проаналізуємо вертикальний розподіл питомої активності ^{137}Cs у ґрунтах по кожній пробній площі окремо.

Найменшим за потужністю був шар очосу в мезотрофному болоті на ППП-25рз – 12 см. Аналіз даних табл. 2 показує, що вміст ^{137}Cs у горизонтах очосу збільшується з глибиною. Так, у шарі очосу 10–12 см питома активність згаданого радіонукліда була у 6,4 раза вищою у порівнянні з шаром очосу 0–2 см – 5640 Бк/кг та 886 Бк/кг відповідно. При переході від очосу до шару добре сформованого торфу питома активність ^{137}Cs збільшується у 1,5 раза – з 5640 Бк/кг до 8400 Бк/кг, проте у шарах власне торфу характерним є дуже поступове зменшення питомої активності радіонукліда – з 2450 Бк/кг у шарі 14–16 см до 2200 Бк/кг у шарі 18–20 см.

2. Вертикальний розподіл ^{137}Cs у ґрунтах пробних площ

Горизонт	Маса, кг/500 см ²	Питома актив- ність ^{137}Cs , Бк/кг	Активність ^{137}Cs , кБк/м ²
ППП-25рз			
Очіс (з 0,2 м ²) 0-2 см	0,266	886	1,18
Очіс 2-4 см	0,058	1910	2,22
Очіс 4-6 см	0,061	2550	3,11
Очіс 6-8 см	0,066	3440	4,54
Очіс 8-10 см	0,067	4830	6,47
Очіс 10-12 см	0,08	5640	9,02
Торф 12-14 см	0,214	8400	35,95
Торф 14-16 см	0,25	2450	12,25
Торф 16-18 см	0,3	2410	14,46
Торф 18-20 см	0,306	2200	13,46
ВСЬОГО		3429*	102,67
ППП-8рзбо			
Очіс 0-5	0,184	882	3,25
Очіс 5-10	0,199	740	2,95
Очіс 10-15	0,228	709	3,23
Очіс 15-20	0,239	1945	9,30
Очіс 20-25	0,26	1650	8,58
Очіс 25-30	0,274	1485	8,14
Очіс 30-35	0,283	1212	6,86
Очіс 35-40	0,29	1180	6,84
Торф 0-5 см	0,5	1200	12,00
Торф 5-10 см	0,688	1855	25,52
Торф 10-15 см	1	1100	22,00
Торф 15-20 см	1,05	1080	22,68
Торф 20-25 см	1,076	1210	26,04
Торф 25-30 см	1,088	950	20,67
ВСЬОГО		1228*	178,06
ППП-1-10			
Очіс 0-5 см	0,639	413	5,28
Очіс 5-10 см	0,62	622	7,71
Очіс 10-15 см	0,905	508	9,19
Очіс 15-20 см	0,852	582	9,92
Очіс 20-25 см	0,75	714	10,71
Торф 0-5 см	0,586	451	5,29
Торф 5-10 см	0,424	649	5,50
Торф 10-15 см	0,626	430	5,38
Торф 15-20 см	0,434	303	2,63
Торф 20-25 см	0,455	273	2,48
Торф 25-30 см	0,521	369	3,84
Торф 30-40 см	0,39	89,3	0,70
Торф 40-50 см	0,245	253	1,24
Торф 50-60 см	0,313	184	1,15
Торф 60-70 см	0,323	215	1,39
ВСЬОГО		404*	72,42

* – Середньозважена питома активність

Для олігомезотрофної болотної екосистеми (ППП-8рзбо) характерною є відсутність певної однонаправленої динаміки питомої активності ^{137}Cs як у шарі очосу, так і шарі торфугу, який під ним залягає. Загалом, розподіл згаданого показника є більш-менш рівномірний по торфовому горизонту, який аналізується. Максимум питомої активності ^{137}Cs спостерігався у шарі очосу 15–20 см – 1945 Бк/кг. Також характерною є незначна різниця питомої активності ^{137}Cs у сусідніх шарах очосу та торфугу, що може бути пояснене низьким ступенем розкладу останнього (7–15 %), особливо у верхніх горизонтах. Варто зазначити, що на ППП-8рзбо з обводненими мезотрофними торфами на глибині 60–70 см (з урахуванням потужності очосу) величина питомої активності ^{137}Cs є досить високою – 950 Бк/кг. Враховуючи те, що практично 100 % коріння судинних рослин знаходиться у цьому активному, верхньому шарі торфугу, а також відсутність мінерального дрібнозему в останньому, можна прогнозувати значну акумуляцію ^{137}Cs з ґрунту болотними рослинами.

В оліготрофному болоті на ППП-1-10 спостерігався дещо інший вертикальний розподіл питомої активності ^{137}Cs . Загалом відмічається поступове збільшення згаданого показника від 413 Бк/кг в приповерхневому шарі очосу до 714 Бк/кг в шарі очосу 20–25 см, який межує з торфугом. В торфовому горизонті відбувається поступове зниження питомої активності ^{137}Cs , і на глибині 60–70 см цей показник становить 215 Бк/кг.

Органічні (торфові) ґрунти болотних екосистем відзначаються тим, що з глибиною відбувається збільшення ступеня їх розкладу, що знаходить свій відбиток у їх об'ємній масі. Тому болотознавцями наголошується на важливість вираження ґрунтових параметрів на болотах не стільки на одиницю маси ґрунту (торфугу), скільки на його об'ємну масу. З цього погляду важливим є аналіз вертикального розподілу не лише питомої активності ^{137}Cs , але також і сумарної активності радіонукліда у певному об'ємі.

Розрахунки показують, що розподіл сумарної активності ^{137}Cs на ППП-25рз є в цілому подібним до розподілу питомої активності радіонукліда (рис. 1).

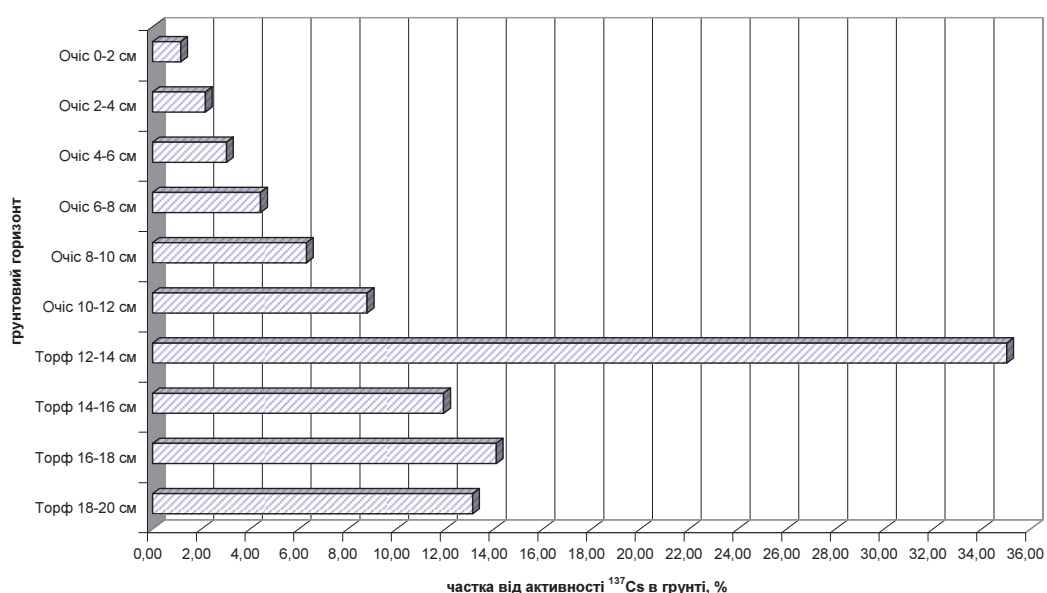


Рис. 1. Розподіл активності ^{137}Cs у ґрунті на ППП-25рз

Сумарна активність ^{137}Cs у торфово-болотному ґрунті дослідженої екосистеми сирих суборів становить $102,67 \text{ кБк/м}^2$, при цьому очіс утримує 22,85 % валового запасу радіонукліда ґрунту, власне торф – 74,15 %.

Для ППП-8рзбо є характерним досить складний вертикальний розподіл сумарної активності ^{137}Cs у ґрунті (рис. 2) з найменшими значеннями показника в приповерхневих шарах очосу (0–15 см) – $2,95\text{--}3,25 \text{ кБк/м}^2$ та найбільшими величинами активності ^{137}Cs в товщі торфу 5–30 см – $20,67\text{--}26,04 \text{ кБк/м}^2$.

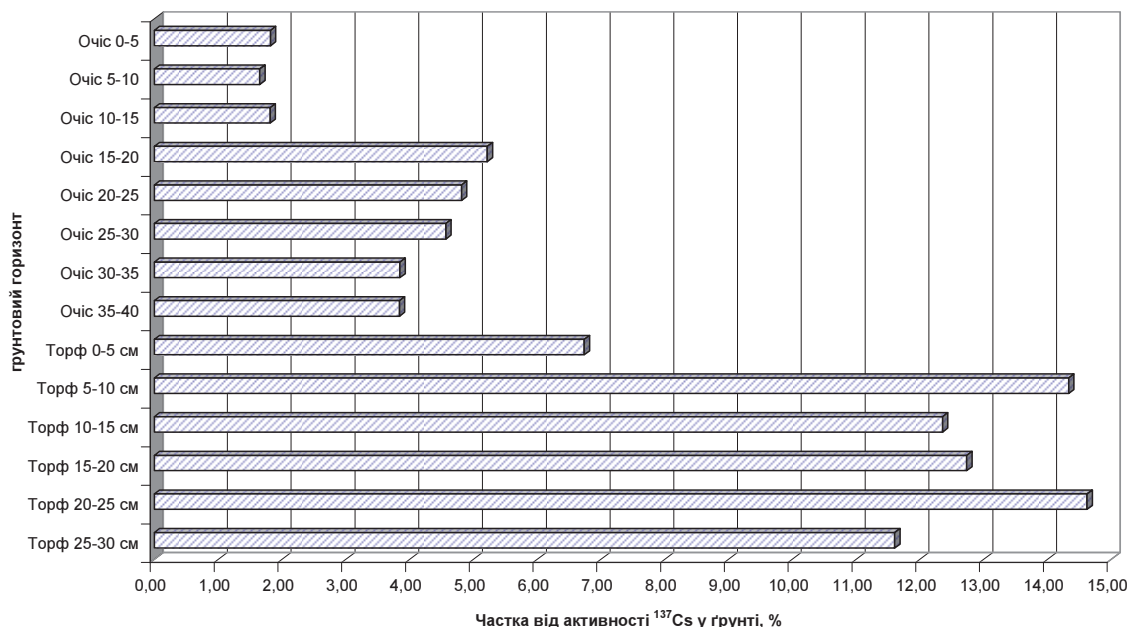


Рис. 2. Розподіл активності ^{137}Cs у ґрунті на ППП-8рзбо

Сумарна активність ^{137}Cs у дослідженому горизонті торфово-болотного ґрунту в умовах мокрих суборів становить $178,06 \text{ кБк/м}^2$, при цьому очіс утримує 27,6 % валового запасу радіонукліда ґрунту, власне торф – 72,4 %.

Розподіл сумарної активності ^{137}Cs на ППП-1–10 має приблизно такий же характер, як і питомої активності радіонукліда (рис. 3). При цьому відмічається поступове збільшення сумарної активності ^{137}Cs в очісі з максимальною величиною у шарі 20–25 см – $10,71 \text{ кБк/м}^2$ та стрибкоподібне зниження в торфовому горизонті – від $5,29 \text{ кБк/м}^2$ у товщі торфу 0–5 см до $1,39 \text{ кБк/м}^2$ у товщі торфу 60–70 см. На цій пробній площі, на відміну від попередніх, більша частка радіонукліда зосереджена в шарі очосу – 59,12 %, торф утримував 40,88 %. Сумарна активність ^{137}Cs у торфово-болотному горизонті мокрих борів становила $72,42 \text{ кБк/м}^2$.

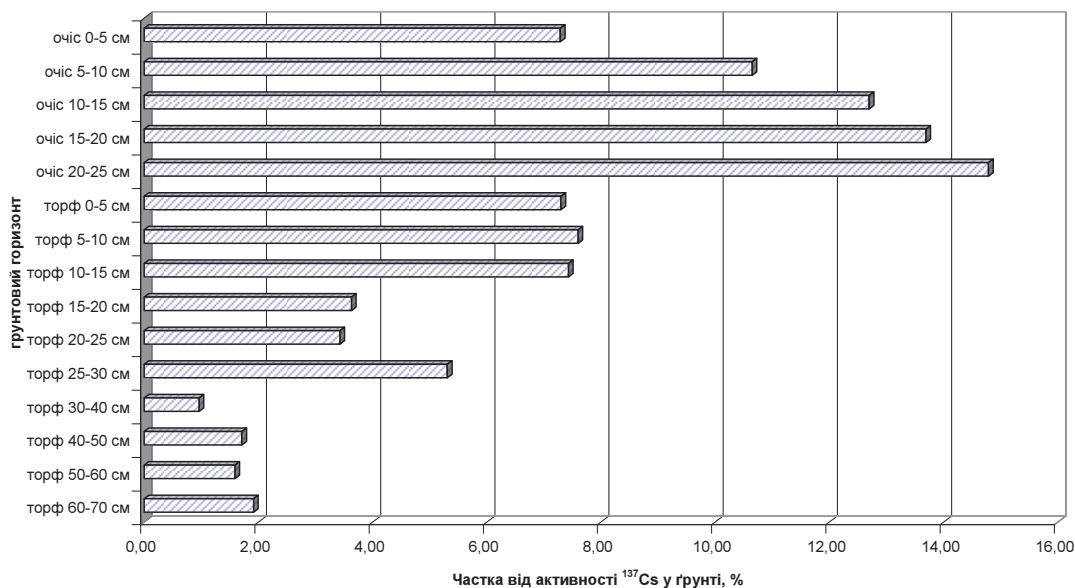


Рис. 3. Розподіл активності ¹³⁷Cs у ґрунті на ППП-1-10

Висновки

Результати аналізу вертикального розподілу ¹³⁷Cs у торфових ґрунтах пробних площ дозволяють зробити висновок про те, що в торфі мезотрофного болота величина питомої активності ¹³⁷Cs з глибиною зростає та є найбільшою в шарі добре сформованого торфу (12–14 см). В олігомезотрофних умовах величина згаданого показника розподіляється рівномірно по всьому ґрунтовому профілю з найбільшим значенням у шарі очосу 15–20 см, проте і на глибині 70 см є значною. Для оліготрофної болотної екосистеми характерне збільшення величини питомої активності ¹³⁷Cs від поверхні до шару очосу на межі з торфом (20–25 см) та поступове зменшення в шарах власне торфу.

Основна частка валового запасу радіонуклідів в мезотрофних та олігомезотрофних болотах утримувалась торфом – 74,15 % та 72,40 % відповідно. В оліготрофній лісоболотній екосистемі більшу частину валового запасу ¹³⁷Cs утримував очіс – 59,12 %. Таким чином, найінтенсивніша вертикальна міграція ¹³⁷Cs спостерігалась для мезотрофних та олігомезотрофних типів боліт.

У досліджених лісоболотних екосистемах мобільність ¹³⁷Cs у ґрунті та ланцюжку «ґрунт-рослини» залишатиметься високою, адже у торф'яних ґрунтах процес „старіння” радіонукліда практично не виражений – за браком мінеральної складової ґрунту, особливо мінерального дрібнозему, що є однією з причин критичності болотних екосистем і в майбутньому.

Список літератури

1. Верховые болота – фитомиграционные радионуклидные аномалии / Н.В. Елиашевич, В.П. Мацко, И.И. Сквернюк, М.Г. Орехова // Тез. докл. Междунар. науч. конф. “Фундаментальные и прикладные аспекты радиобиологии: биологические эффекты малых доз и радиоактивное загрязнение среды”. – Минск, 1998. – С. 73.

2. Ипатьев В.А. О моделировании и прогнозе миграции ^{137}Cs в гидроморфных почвах лесных экосистем Белорусского Полесья / В.А. Ипатьев, И.М. Дворник, Т.А. Жученко // Доклады АН Беларуси. – 1996. – Т. 40, Вып. 1. – С. 81–84.

3. Распределение ^{137}Cs в болотных экосистемах / А.В. Кудельский, Е.П. Петряев, С.В. Овсянникова [и др.] // Доклады АН Беларуси. – 1995. – Т. 39, № 5. – С. 97–102.

4. Лакин Г.Ф. Биометрия / Лакин Г.Ф. – М.: Высш. шк., 1973. – 348 с.

5. Мясковская О.С. Вертикальное распределение ^{137}Cs в торфяно-болотных почвах разных типов болот Полесья Украины / Мясковская О.С. // VI Съезд по радиационным исследованиям (радиобиология, радиоэкология, радиационная безопасность): Тезисы докладов. Том II (секции VIII - XIV). Москва, 25–28 октября 2010 г. – М.: РУДН, 2010. – С. 50.

6. Орлов А.А. Основные закономерности миграции ^{137}Cs и распределения его валового запаса в экосистемах лесных сфагновых болот Полесья Украины / А.А. Орлов, С.П. Иркиенко // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 1999. – Вып. 20. – С. 60–68.

7. Орлов О.О. Головні закономірності розподілу ^{137}Cs в екосистемах сильно обводнених олігомезотрофних боліт Західного Полісся України / О.О. Орлов // Радіоекологія лісів і лісове господарство Полісся України: Зб. наук. праць Поліського філіалу УкрНДІЛГА. – К.: Фітосоціоцентр, 2006. – С. 28–41.

8. Просьянников Е.В. Поведение ^{137}Cs в почвах переходных болот / Е.В. Просьянников, В.Б. Осипов, Г.В. Чекин // Экология. – 2006. – № 6. – С. 446–451.

9. Юнатов А.А. Заложение экологических профилей и пробных площадей / Юнатов А.А. // Полевая геоботаника / Под общ. ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. – Т. III. – М.-Л.: Наука, Ленинградское отд., 1964. – С. 9–35.

Проанализировано вертикальное распределение ^{137}Cs в торфяно-болотных почвах мезо- и олиготрофных лесоболотных экосистем Западного Полесья. Сделан вывод, что максимальная удельная активность ^{137}Cs характерна для слоев очеса на границе с торфом. Определено распределение валового запаса радионуклида в почвах экосистем сырых и мокрых суборей, мокрых боров.

Западное Полесье Украины, торфяно-болотные почвы, лесоболотные экосистемы, радионуклид, удельная активность ^{137}Cs , вертикальное распределение.

Vertical distribution of ^{137}Cs in the peat-bog soils mezo- and ombrotrophic forest-bog ecosystems of Western Polyssia of Ukraine was analyzed. It was made a conclusion that maximum ^{137}Cs specific activity is typical layers on the border between peat litter and peat. Distribution of total radionuclide stock in soils of ecosystems of wet and humidic subor and humidic bor was determined.

Western Polyssia of Ukraine, peat-bog soils, forest-bog ecosystems, radionuclide, ^{137}Cs specific activity, vertical distribution.