Д. М. Голяка

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

ФОРМУВАННЯ СЕРЕДНЬОГО ЗРАЗКА Й ОЦІНЮВАННЯ ФІТОМАСИ КОМПОНЕНТІВ СТОВБУРА ДЕРЕВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ^{90}Sr ТА ^{137}Cs

Проаналізовано найпоширеніші на теренах України методики оцінки надземної фітомаси дерев сосни звичайної у зімкнутих деревостанах. Виявлено значні відмінності у виділенні структурних елементів деревного стовбура в іноземних та вітчизняних дослідженнях під час вивчення біо(гео)хімічного кругообігу хімічних елементів у лісових екосистемах, зокрема і біологічно мобільних радіонуклідів. Спираючись на результати проведених камеральних робіт, встановлено, що використання лінійних вимірів для визначення об'єму компонентів кори стереометричним способом є обмеженим через неможливість забезпечити достатній рівень похибок вимірювань. Запропоновано використовувати лінійну щільність компонентів кори стовбура на локальних висотах для усунення необхідності обчислення чи вимірювання об'єму структурних елементів кори. Розроблено методику оцінки надземної фітомаси компонентів стовбура дерев: зовнішньої і внутрішньої кори, заболонної і ядрової деревини, а також формування їх середнього зразка для вимірювання вмісту біологічно мобільних радіонуклідів (^{137}Cs і ^{90}Sr) та інших ізотопів, хімічних елементів і речовин. Порівняння результатів оцінок надземної фітомаси деревного стовбура та його компонентів, отриманих за допомогою розроблених підходів та за методикою П. І. Лакиди (2002), вказують на значні відносні відхилення фітомаси кори стовбура ($22^{\pm 18}\%$), однак сумарна фітомаса стовбура характеризується неістотним відхиленням ($1,6^{\pm 2,3}\%$).

Ключові слова: методика; деревний стовбур; лінійна щільність; ^{137}Cs ; ^{90}Sr .

Вступ. Велика кількість загальноприйнятих методик у певних галузях науки у зв'язку з їх синергією потребують подальшого вдосконалення та розвитку, для можливості отримання вичерпної інформації із проблемних теоретичних та прикладних питань, а також збільшення ступеня універсальності їх застосування. Екологічні дослідження мають базуватись на системному підході, де об'єкт вивчення розглядають як сукупність елементів, що пов'язані у своєму розвитку, впливають один на одного та не можуть ігноруватись у науковому пошуку.

Виділення окремих структурних компонентів фітомаси лісового фітоценозу під час екологічних досліджень на більш однорідні одиниці є одним з найважливіших завдань на етапі планування експериментальної роботи. Оцінкою ступеня "важливості" структурної одиниці у біоценозі є його частка органічної речовини від загальної біомаси. У лісовому угрупованні найбільший запас органічної речовини зосереджений у деревостані, а деревний стовбур містить понад 50 % надземної фітомаси насаджень у віці понад 20 років для більшості зімкнутих деревостанів Українського Полісся (Lakyda et al., 2013).

На теренах України під час досліджень біопродуктивності лісових екосистем стовбур дерева диференціюють на такі компоненти: деревину і кору, що зумов-

лено переважно ресурсним напрямком лісотаксаційних досліджень для задоволення практичних потреб лісового господарства. Вивчення екологічних аспектів накопичення шкідливих речовин за різних типів забруднення зазвичай потребує більшої кількості даних про основні структурні елементи лісового біогеоценозу, що мають різні закономірності депонування певних речовин. Тому в подібних іноземних роботах стовбур переважно розділяють на чотири елементи: зовнішня кора, внутрішня кора, заболонь і ядро (у разі наявності) (Trity et al., 2009; Yoschenko et al., 2017). Цей поділ є більш придатний для дослідження кругообігу хімічних речовин та елементів, оскільки зазначені компоненти значно відрізняються за хімічним складом, що забезпечує більшу точність під час встановлення локалізації певних елементів (наприклад радіоактивних ізотопів ^{137}Cs і ^{90}Sr).

Розроблення достовірних математичних моделей біогеохімічного кругообігу речовин (хімічних елементів) у радіоекологічних дослідженнях можлива за наявності більш диференційованого розподілу структурних елементів дерева не тільки стовбура, а й крони. Так, для хвойних видів дерев виділяють такі фракції: хвоя 1-го року, хвоя 2-го року, хвоя 3-го року, однорічні пагони, тонкі пагони (до 1 см, не враховуючи однорічні пагони), грубі пагони (більше 1 см), генеративні органи

Інформація про автора:

Голяка Дмитрій Миколайович, канд. с.-г. наук, ст. наук. співробітник Українського науково-дослідного інституту сільськогосподарської радіології. Email: holiyaka_d_m@ukr.net

Цитування за ДСТУ: Голяка Д. М. Формування середнього зразка й оцінювання фітомаси компонентів стовбура дерев сосни звичайної для визначення вмісту ^{90}Sr та ^{137}Cs . Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(6). С. 20–24.

Citation APA: Holiaka, D. M. (2017). Formation of the Average Sample and Estimation of Stem Components Phytomass of Scots Pine Trees for Determination of the Content of Biologically Mobile Radionuclides. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(6), 20–24. <https://doi.org/10.15421/40270603>

(шишки) і мертві частини. Методичні підходи відбору середніх зразків крони дерева для встановлення фітомаси, які розробили і систематизували П. І. Лакида (Lakyda, 2002), Н. І. Базелевич (Bazilevich et al., 1978), В. А. Усольцев (Usolcev & Zalesov, 2005), цілком придатні для застосування під час польових і камеральних робіт для оцінювання вмісту радіонуклідів, тільки проводять більш деталізований відбір зразків морфологічних частин крони, для яких в повітряно-сухому стані визначають вміст забруднювальної речовини чи будь-якого іншого хімічного елемента. Формування зразка компонентів стовбура для встановлення середнього вмісту радіонуклідів має проводитись у конкретних точках відбору пропорційно до загальної частки фітомаси досліджуваного компоненту. Враховуючи, що фітомаса компонента стовбура у повітряно-сухому стані, в такому разі, залишається вхідним показником, виникає потреба забезпечити зіставлення та об'єднання отримуваних результатів із найпоширенішими базами даних і методиками інших авторів.

Для оцінювання надземної фітомаси стовбура дерева на теренах України найчастіше використовують методику П. І. Лакиди, де на основі деревних дисків, вирізаних на відносних висотах, встановлюють локальні природну і базисну щільності деревини і кори, а далі на основі виведених закономірностей – середні значення цих показників для стовбура (Lakyda, 2002). Цим способом оцінюють фітомасу деревного стовбура і його компонентів: деревини і кори, а модифікувавши – достовірно розраховують середні концентрації інших хімічних речовин чи елементів (що не належать до органогенних) у деревині чи корі стовбура. Однак цей спосіб, через високу вартість та трудомісткість лабораторних досліджень відібраних зразків на вміст хімічних речовин чи елементів, втрачає практичну і економічну доцільність, особливо якщо детальний радіальний і вертикальний розподіл не є основною метою досліджень. У такому разі, краще використовувати середній зразок компонента деревного стовбура. Саме для такого випадку у цій роботі розглянуто один із способів формування середнього зразка для зовнішньої і внутрішньої кори, заболоневі та ядрові деревини для дерев сосни звичайної.

Методика та матеріал дослідження. Для практичної апробації та порівняння запропонованого способу, як модифікації методичних підходів оцінки фітомаси П. І. Лакиди, проведено відбір дослідного матеріалу на пробній площі 50×50 м, закладений у Повчанському лісництві у кварталі 50, виділі 16 ДП "Лугинське лісове господарство" Житомирської області (N 51.13924°, E 28.60117°). Основні таксаційні ознаки деревостану: склад 10Сз+Бп, Влч, Дз (сосна звичайна 98 % запасу), вік – 64 роки, середній діаметр – 26,7 см, середня висота – 27,4 м, бонітет – I^a, відносна повнота – 0,87, стовбурний запас у корі – 569,7 м³·га⁻¹. Закладання пробної площі і відбір дослідного матеріалу виконано із дотриманням вимог рекомендацій П. І. Лакиди (Lakyda, 2002) та правил СОУ 02.02-37-476:2006 (SOU, 2006). Виконано залявання 9 модельних дерев способом пропорційного ступінчастого представництва, основні показники яких наведено у табл. 1. Біля основи стовбура, на висоті 1,3 м та на середині 2 м секцій модельних дерев, визначали діаметри ядрові деревини.

Табл. 1. Основні показники модельних дерев

№ з/п	Основні таксаційні показники					Фітомаса, кг			
	а, років	d _{1,3m} , см	h, м	V _{ук} , м ³	V _{БК} , м ³	стовбура у корі	кори	пагонів крони	хвої
1	63	16,3	24,1	0,253	0,224	101	7,6	7,1	2,9
2	64	19,4	23,7	0,329	0,298	129	9,8	10,1	2,5
3	63	21,1	24,3	0,349	0,316	147	9,3	10,0	4,3
4	64	22,7	26,9	0,561	0,525	253	9,0	11,1	5,9
5	62	25,3	26,3	0,611	0,563	240	10,5	19,7	8,3
6	63	26,3	27,6	0,752	0,697	299	13,8	32,1	10,0
7	65	29,3	28,7	0,919	0,84	431	22,8	38,8	14,7
8	66	29,5	28,0	0,862	0,792	346	18,7	15,8	6,6
9	64	36,6	29,4	1,42	1,32	543	26,8	72,7	19,3

З кожного модельного дерева було відібрано 7 деревних дисків, на відносних висотах: біля 0,0 % (прикомлева частина), 10 %, 25 %, 50 %, 75 % і 90 % від висоти дерева, і на висоті 1,3 м, що зазвичай використовують у лісотаксаційних дослідженнях.

Результати дослідження. Основними проблемами під час лабораторного оброблення відібраних деревних дисків є виконання лінійних вимірювань для встановлення стереометричним способом об'єму зовнішньої і внутрішньої кори. Товщина зовнішньої кори змінюється у межах 0,3-1,0 мм біля верхівки стовбура, а внутрішня кора зрідка досягає товщини 3 мм по всій довжині стовбура, що не дає змоги застосовувати палетку для вимірювання радіусів по секторах для зазначених анатомічних частин стовбура, як рекомендує П. І. Лакида (Lakyda, 2002), через неможливість забезпечити придатні для подальших розрахунків похибки вимірювань.

Отже, розрахунок локальної щільності зовнішньої чи внутрішньої кори стовбура на деревних зрізах, використовуючи вхідним показником об'єм, є неможливим, тому пропонуємо використовувати лінійну щільність щойно перелічених компонентів. Лінійну щільність (ρ , кг·м⁻¹) розраховували, як відношення маси досліджуваного компонента стовбура деревного диска у повітряно-сухому стані до його товщини. Відповідно, механічно розділену зовнішню і внутрішню кору кожного деревного диска зважувати. Отримані дані по локальній лінійній щільності компонентів кори чи деревини (рис. 1) на різних висотах дерева дають змогу шляхом апроксимації поліномом (3-6 ступеня) побудувати залежність лінійної щільності від висоти модельного дерева, а застосувавши визначений інтеграл функції, де нижньою межею інтегрування є $h=0$ (основа стовбура), верхньою – висота дерева, розраховують площу криволинійної трапеції, яка відповідає фітомасі компонента у стовбурі. Використання поліному вимагає здійснення ряду обмежувальних заходів під час апроксимації:

- лінійна щільність не може набувати від'ємних значень на всій довжині стовбура;
- зростання лінійної щільності із збільшенням відносної висоти не може перевищувати 20 % від найменшого значення (локального мінімуму), яке зафіксовано нижче по стовбурі.

Отримана функціональна залежність лінійної щільності від висоти дерева дає змогу розрахувати масу фітомаси досліджуваного компонента на будь-якому проміжку висоти стовбура за допомогою формули Ньютона-Лейбніца, тому маючи висоти деревних дисків і їх лінійну щільність компонентів, можна обчислити яку частку фітомаси компонента стовбура у вертикальному

напрямку представляє певний деревний диск. Для цього деревний стовбур розділяють на інтервали висот, що найповніше характеризуються відповідними деревними дисками, у зазначеному випадку (див. рис. 1) прийнято рішення розділяти стовбур на середині відстані між вирізами деревних дисків. Крайні диски 0,0Н і 0,9Н включають всю фітомасу анатомічних частин стовбура в

напрямку без деревних дисків. Біля комлевої частини стовбура від 0,0Н до 0,1Н висоти дерева сосни звичайної характеризуються значною неоднорідністю розподілу питомої активності ^{137}Cs і ^{90}Sr у деревному стовбурі (Holiaka et al, 2017), тому деревний диск із висоти 1,3 м бажано використовувати для формування середнього зразка.

Рис. 1. Локальна лінійна щільність модельних дерев (№ 1-9): а) зовнішньої кори; б) внутрішньої кори, в) заболоневої деревини; г) ядрової деревини

Рис. 2. Схематичне зображення поздовжнього профілю деревного стовбура

Повне механічне розділення деревини диска на ядрову і заболоневу частини потребує значної трудомісткості робіт, тому запропоновано стереометричним способом визначати об'єм заболони та ядра, а далі відбирають проби цих анатомічних частин стовбура для визначення природної і базисної щільності ксилеметричним способом. Попередньо для деревних дисків встановлюють всі параметри за методикою П. І. Лакиди (Lakyda, 2002).

Отримані дані з базисної щільності заболоневої та ядрової деревини на різних висотах стовбура апроксимуються поліномом 3-6 ступеня, а побудована функція перевіряється графічно на відсутність аномальних екстремумів. Добуток апроксимованої базисної щільності ($\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$) на площу поперечного перерізу компонентів стовбура (м^2) на відповідній висоті (біля комля, на висоті 1,3 м та середині кожної секції) є його локальною лінійною щільністю у повітряно-сухому стані ($\text{кг}\cdot\text{м}^{-1}$). Далі процес обчислення загальної фітомаси анатомічних структур деревини та її розподілу за висотою повністю відповідає компонентам кори стовбура, однак через більшу кількість проміжних значень результат є більш точним.

За результатами проведених розрахунків для модельних дерев сосни звичайної за алгоритмом, описаним вище, представлено статистичні показники співвідношення маси у повітряно-сухому стані досліджуваних компонентів стовбура що мають бути відібрані із деревних дисків (табл. 2), для формування середнього зразка для вимірювання вмісту радіонуклідів та інших хімічних елементів. Проаналізувавши дані цієї таблиці, виявлено незначний вплив деревного диска 0,9Н на оцінку загальної фітомаси компонентів стовбурів: ядрова деревина на цій висоті практично не спостерігається у дерев сосни звичайної, хоч "вклад" внутрішньої кори становить $6,6^{+2,3}\%$ для досліджених модельних дерев.

Табл. 2. Представницька частка фітомаси компонентів стовбура для деревних дисків модельних дерев сосни

Деревний диск	Компоненти стовбура, %							
	зовнішня кора		внутрішня кора		заболонь		ядро	
	М	σ	М	σ	М	σ	М	σ
0,0 Н	23,5	4,1	3,3	0,36	7,0	0,77	7,9	1,8
1,3 м	27,0	3,7	5,1	0,78	9,9	0,98	12,1	2,0
0,1 Н	26,7	2,5	10,3	1,5	17,8	1,8	22,9	4,4
0,25 Н	15,3	8,8	23,5	3,1	26,7	2,4	35,7	4,0
0,5 Н	4,8	1,7	32,0	1,6	24,9	2,2	19,8	7,5
0,75 Н	2,1	0,68	19,1	2,3	12,1	1,8	1,6	1,39
0,9 Н	0,61	0,49	6,6	2,3	1,56	0,47	—	—
Всього	100	—	100	—	100	—	100	—

Примітка: М – середнє арифметичне значення, %; σ – квадратичне відхилення, %.

Тому деревний диск з висоти стовбура 0,9Н, у разі відсутності спеціалізованого вивчення співвідношення

зовнішньої і внутрішньої кори на різних висотах, виправдано ігнорувати і включати масу його компонентів до диску 0,75Н.

Обговорення. Не виявлено подібних методичних підходів до формування середнього зразка компонентів стовбура для оцінки вмісту радіонуклідів, хімічних речовин або елементів, що не дозволяє зіставити вихідні дані аналогічних способів, одночасно можна констатувати, що зазвичай вчені не звертають особливої уваги на методичні особливості формування представницького зразка компонента(ів) стовбура, оскільки зазвичай відбирають зразки віковим буром на висоті 1,3 м у стоячого дерева, або після його звалювання біля комлевої частини, що спричиняє систематичне завищення середньої питомої активності біологічно мобільних радіонуклідів у деревині стовбура (Holiaka, 2017).

Табл. 3. Порівняння результатів оцінки фітомаси різними способами

Модельне дерево	За розробленою методикою, кг							За методикою П.І. Лакиди, кг			Відносне відхилення, %		
	зовнішньої кори	внутрішньої кори	разом кори	заболонь	ядро	разом деревини	стовбур	кора	дережина	стовбур	кора	дережина	стовбур
1	6,1	2,0	8,1	67,2	25,4	93,1	101	7,6	95,4	103	+6,3	-2,5	-1,8
2	6,7	2,2	8,9	82,6	37,1	119	128	9,8	121	130	-8,5	-1,3	-1,9
3	7,6	3,8	11,4	108	27,8	138	149	9,3	135	144	+23	+1,8	+3,2
4	8,3	5,0	13,3	178	66,3	244	257	9,0	243	251	+48	+0,6	+2,3
5	10,0	4,9	15,0	180	49,4	230	245	10,5	223	234	+42	+3,0	+4,7
6	13,1	5,5	18,7	220	66,3	286	304	13,8	286	300	+35	-0,1	+1,5
7	19,8	6,2	26,0	354	52,4	408	434	22,8	407	430	+14	+0,3	+1,1
8	17,3	5,2	22,5	213	116	328	350	18,7	324	343	+20	+1,1	+2,2
9	20,5	11,0	31,5	391	125	516	547	26,8	502	529	+17	+2,7	+3,5

Порівняння результатів оцінки фітомаси компонентів стовбурів модельних дерев сосни звичайної за алгоритмом, представленим у цій роботі із класичними методичними підходами П. І. Лакиди (Lakyda, 2002), виконано за допомогою відносного відхилення та наведено у табл. 3. Отримані значення фітомаси деревини стовбура, використовуючи два різні підходи, вказують на подібність їх результатів (відносне відхилення – 0,6^{±1,8} %), що не витримується для кори (22^{±18} %), де значення фітомаси кори дерев за запропонованим нами способом характеризуються переважно більшими величинами. Однак, оскільки частка кори в стовбурі є незначною (до 10 % від маси у повітряно сухому стані), різниця між значеннями загальної фітомаси стовбурів порівнюваними методами становить 1,6^{±2,3} %.

Висновки. Представлена модифікація оцінки надземної фітомаси компонентів стовбура та можливість вимірювання в них середньозваженої питомої активності біологічно мобільних радіонуклідів (¹³⁷Cs та ⁹⁰Sr) на основі сформованого усередненого зразка дасть змогу точніше встановлювати загальну активність зазначених радіонуклідів у лісових деревостанах та закономірності їх розподілу. Оброблення експериментального матеріалу з використанням цього способу дасть змогу більш достовірно здійснювати прогнозування вмісту ¹³⁷Cs та ⁹⁰Sr у структурних частинах стовбурів дерев радіоактивно забруднених лісів відповідно до чинних в Україні гігієнічних нормативів питомої активності радіонуклідів у деревині та продукції з деревини (HNPAP, 2005), які встановили найбільш чіткі в світі вимоги до

допустимого вмісту ¹³⁷Cs (600 Бк·кг⁻¹) і особливо ⁹⁰Sr (60 Бк·кг⁻¹) в паливних дровах і пучках.

Перелік використаних джерел

- Bazilevich, N. I., Tilianova, A. A., Smimov, V. V., Rodin, L. E., & et al. (1978). *Methods of studying the biological cycle in different natural zones* [Metody izucheniia biologicheskogo krugovorota v razlichnykh prirodnykh zonakh]. Moscow: Mysl. [in Russian].
- Holiaka, D. M., Levchuk, S. E., Protsak, V. P., & Kashparov, V. A. (2017). Distribution of ¹³⁷Cs activity concentration in wood Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) of Zhytomyr Polissya after the Chernobyl accident [Rozpodil vmistu ¹³⁷Cs u derevyni stovbura sosny zvychai noi (*Pinus sylvestris* L.) Zhytomyrskoho Polissia pislia Chornobyl'skoi avarii]. *Ukrainian Nuclear Physics Journal "Nuclear Physics and Atomic Energy"*, 18(1), 63–71. [in Ukrainian].
- Lakyda, P. I. (2002). *Fitomasa lisiv Ukrainy* [Forest phytomass of Ukraine]. Ternopil: Zbruch. [in Ukrainian].
- Lakyda, P. I. et al. (2013). *Normatyvy otsinky komponentiv nadzemnoi fitomasy derevostaniv holovnykh lisotvirnykh porid Ukrainy* [Standards for assessment of phytomass above-ground components of the forest stands of the main forest species of Ukraine]. Korsun-Shevchenkivskyi: V. M. FOP Havryshenko. [in Ukrainian].
- Sanitary standard for ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr of activity concentration in wood and products of wood (HNPAP-2005). Approved by the Ministry of Health of Ukraine of 31.10.2005. No. 573. (in Ukrainian).
- SOU 02.02-37-476: 2006. Areas of trial forest inventory. Method of laying. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine. (in Ukrainian).
- Thiry, Y., Colle, C., Yoschenko, V., Levchuk, S., Heens, M. Van., Hurtevent, P., & Kashparov, V. (2009). Impact of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plantings on long term ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr recycling from a waste burial site in the Chernobyl Red Forest. *Journal of Environmental Radioactivity*, 100(12), 1062–1068. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2009.05.003>

Usoltcev, V. A., & Zalesov, S. V. (2005). *Methods for determining the biological productivity of forest stands* [Metodi opredeleniia biologicheskoi produktivnosti nasazhdenii]. Ekaterinburg: UGLTU. [in Russian].

Yoschenko, V., Takase, T., Konoplev, A., Namba, K., Kivva, S., Zheleznyak, M., Sato, N., & Keitoku, K. (2017). Radiocesium distribu-

tion and fluxes in the typical *Cryptomeria japonica* forest at the late stage after the accident at Fukushima Dai-Ichi Nuclear Power Plant. *Journal of Environmental Radioactivity*, 166(1), 45–55. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2016.02.017>.

Д. Н. Голяка

Національний університет біоресурсів і природопольовання України, г. Київ, Україна

ФОРМИРОВАНИЕ СРЕДНЕГО ОБРАЗЦА И ОЦЕНКА ФИТОМАССЫ КОМПОНЕНТОВ СТВОЛА ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ МОБИЛЬНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ

Проанализированы самые распространенные на территории Украины методики оценки надземной фитомассы деревьев сосны обыкновенной в сомкнутых древостоях. Выявлены значительные различия в выделении структурных элементов древесного ствола в иностранных и отечественных исследованиях при изучении био(гео)химического круговорота химических элементов в лесных экосистемах, в том числе биологически мобильных радионуклидов. Опираясь на результаты проведенных камеральных работ, установлено, что использование линейных измерений для определения объема компонентов коры стереометрическим способом ограничен из-за невозможности обеспечить достаточный уровень погрешностей измерений. Предложено использовать линейную плотность компонентов коры ствола на локальных высотах для устранения необходимости вычисления или измерения объема структурных элементов коры. Разработана методика оценки надземной фитомассы компонентов ствола деревьев: внешней и внутренней коры, заболонной и ядровой древесины, а также формирования их среднего образца для измерения содержания биологически мобильных радионуклидов (^{137}Cs и ^{90}Sr) и других изотопов, химических элементов и веществ. Сравнение результатов оценок надземной фитомассы древесного ствола и его компонентов, полученных с помощью разработанных подходов и по методике П. И. Лакиды (2002), указывает на значительные относительные отклонения фитомассы коры ствола ($22^{\pm 18}\%$), однако суммарная фитомасса ствола характеризуется несущественным отклонением ($1,6^{\pm 2,3}\%$).

Ключевые слова: методика; древесный ствол; линейная плотность; ^{137}Cs ; ^{90}Sr .

D. M. Holiaka

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

FORMATION OF THE AVERAGE SAMPLE AND ESTIMATION OF STEM COMPONENTS PHYTOMASS OF SCOTS PINE TREES FOR DETERMINATION OF THE CONTENT OF BIOLOGICALLY MOBILE RADIONUCLIDES

In the article is presented results study of vertical distribution of phytomass components in tree stems of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) for the purpose of formation in laboratory conditions their average samples for measurement of contents biologically mobile radionuclides (^{90}Sr , ^{137}Cs) and other chemical elements. The most common methods for estimating the above-ground phytomass of tree stem components in Ukraine selected next most important structural parts of stem for forestry: bark and wood, but for modern ecological researches of forest ecosystems, this division is not always suitable, because it does not detect parts of tree stem, which is characterized by significant differences in the localization of various chemical elements, including radionuclides. The study of the distribution of biologically mobile chemical elements allowed distinguishing four elements of the tree stem, which have significant differences in the chemical composition: outer bark, inner bark, sap wood and heart wood. However, this division of the stem requires the modification of existing methods for assessing its phytomass, as well as developing a method for forming the average sample for measuring the content of chemical elements. Classical stereometric methods for the estimation of phytomass for the proposed classification of the stem elements are inappropriate. Since, they do not allow a sufficient amount of precision to calculation of the volume for separate components. We propose to use parameter of local linear density for these purposes. Based on own experimental material, which derived from 9 model trees, found out possibility approximation of local density of stem components at different heights applying a polynomial function with certain restrictions, then resulting area of the curvilinear trapezium is the phytomass of certain component. The use of a definite integral allows calculating the mass fraction of the corresponding component, which is to be taken from the wood disks for the formation of the average sample to measure the content of chemical elements, including ^{137}Cs and ^{90}Sr . The estimation of activity concentration of radionuclides in the components of tree stem based on the formed average sample will allow more reliable prediction of the content of ^{137}Cs and ^{90}Sr in accordance with the hygienic norms of Ukraine.

Keywords: method; tree's stem; linear density; ^{137}Cs ; ^{90}Sr .