

РОЗПОДІЛ ЗАПАСІВ ГРУБОГО ДЕРЕВОНОГО ДЕТРИТУ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «ДРЕВЛЯНСЬКИЙ»

Мартиненко В.В.

Інститут агроєкології і природокористування Національної академії аграрних наук України
вул. Метрологічна, 12, 03143, м. Київ
martinenko.vasil@ukr.net

Останніми роками спостерігається інтенсивне збільшення температури повітря в результаті значних обсягів вуглекислого газу в повітрі. Через різке потепління відбувається погіршення умов навколишнього середовища. Одним із показників погіршення є всихання деревостанів. Подібне явище носить дуже негативні наслідки для середовища. Адже воно зменшує об'єм депонованого вуглецю, що впливає на температуру повітря, збільшує ймовірність виникнення та поширення лісових пожеж, а також зменшує прибутковість для лісогосподарських підприємств.

Метою роботи є розподіл запасів грубого деревного детриту сосни звичайної, що утворився в місцях осередків всихання соснових деревостанів за основними лісотаксаційними показниками, такими як походження, вік, повнота, клас бонітету та типом лісорослинних умов.

В статті представлені результати розподілу запасів грубого деревного детриту сосни звичайної в лісових екосистемах природного заповідника «Древлянський», що утворився в результаті всихання зазначеної деревної породи в проміжку 2017-2024 роках. За даний період загальний запас детриту складає 414755,10 м³. Для проведення наступних досліджень по порівнянню об'ємів депонованого вуглецю грубим деревним детритом в осередках всихання та деревостанів без ознак погіршення фітосанітарного стану розподіл відбувався за класами віку, повнотою, бонітетом, а також типами лісорослинних умов та походженням деревостану. Найбільшими запасами по віку мають деревостани IX класу віку, в осередках всихання яких знаходиться 119606,90 м³ або 28,84%, високоповнотні (0,8-1,0) – 162254,78 м³ або 62,70%, високопродуктивні (з класом бонітету I-II) – 359072,88 м³ або 86,57%, свіжих борових (А-2С) та дубово-соснових суборових (В2-дС) умовах – 337424,33 м³ або 81,36%. За походженням деревостанів запас грубого деревного детриту розподілився наступним чином: штучного походження 187917,35 м³ або 45,31%, а в природного походження 226837,80 м³ або 54,69%. Наступним етапом роботи буде порівняння об'ємів депонованого вуглецю деревостанами без ознак погіршення фітосанітарного стану та грубим деревним детритом, що утворився в осередках всихання за досліджуваній період. *Ключові слова:* мортмаса, деревний детрит, лісові екосистеми, біорізноманіття, запас.

Distribution of coarse wood detrit of Scottish pine in forest ecosystems of the Drevlyansky Nature Reserve. Martynenko V.

In recent years, there has been an intensive increase in air temperature as a result of significant amounts of carbon dioxide in the air. Due to sharp warming, environmental conditions are deteriorating. One of the indicators of deterioration is the drying of forest stands. Such a phenomenon has very negative consequences for the environment. After all, it reduces the volume of deposited carbon, which affects air temperature, increases the likelihood of the occurrence and spread of forest fires, and also reduces profitability for forestry enterprises.

The purpose of the work is to distribute the reserves of coarse wood detritus of Scots pine, formed in places of drying out of pine stands, according to the main forest assessment indicators, such as origin, age, completeness, quality class and type of forest vegetation conditions.

The article presents the results of the distribution of stocks of coarse wood detritus of Scots pine in the forest ecosystems of the Drevlyansky Nature Reserve, which was formed as a result of the drying of the specified tree species in the period 2017-2024. For this period, the total stock of detritus is 414755.10 m³. To conduct subsequent studies on the comparison of the volumes of carbon deposited by coarse wood detritus in the areas of drying and stands without signs of deterioration of the phytosanitary condition, the distribution was carried out by age classes, completeness, quality, as well as types of forest vegetation conditions and the origin of the stand. The largest reserves by age are in stands of the IX age class, in the centers of drying of which there are 119606.90 m³ or 28.84%, high-quality (0.8-1.0) – 162254.78 m³ or 62.70%, highly productive (with a bonity class I-II) – 359072.88 m³ or 86.57%, in fresh pine (A-2C) and oak-pine sub-pine (B2-dC) conditions – 337424.33 m³ or 81.36%. By the origin of the stands, the stock of coarse wood detritus was distributed as follows: of artificial origin 187917.35 m³ or 45.31%, and of natural origin 226837.80 m³ or 54.69%. The next stage of the work will be a comparison of the volumes of carbon deposited by stands without signs of deterioration of the phytosanitary condition and coarse wood detritus formed in the drying areas during the studied period. *Key words:* dead mass, wood detritus, forest ecosystems, biodiversity, stock.

Постановка проблеми. Грубий деревний детрит (ГДД) є одним із компонентів, що знаходиться в лісових екосистемах та виконує ряд важливих екологічних функцій серед яких збереження біорізноманіття, участь в кругообігу вуглецю та поживних речовин, а також збільшує родючість ґрунту.

Однак, роль деревного детриту, його територіальний розподіл, формування та процес розкладання є достатньо вивченим для листяних деревостанів [1-3], але є мало вивченим для хвойних, в тому числі соснових лісів.

Актуальність дослідження. В умовах змін клімату та природних дистурбансів (буревії, шкідники,

пожежі) важливо оцінити, як ці фактори впливають на накопичення мертвої деревини та її подальшу роль у стабільності лісових екосистем. Мертва деревина відіграє важливу роль у процесах поглинання та вивільнення вуглецю, що є актуальним у контексті глобальних змін клімату. Визначення її запасів і розкладу сприятиме розумінню вуглецевого балансу лісових екосистем Полісся. Розподіл і запаси визначають стан лісу та можливості його природного відновлення, який відіграє ключову роль у підтриманні біорізноманіття, кругообігу речовин і збереженні екосистемних функцій

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Стаття написана в рамках фундаментального дослідження за темою «Стратегічна еколого-економічна оцінка сукцесійно-трансформаційних процесів екосозологічно раритетних водно-болотних, торфових і лісових екосистем України за глобальних змін клімату» (ДР № 0121U108822 (2021-2025 рр.) та є частиною власної дисертаційної роботи «Трансформація лісових екосистем природного заповідника «Древлянський» [4] на отримання наукового ступеня доктор філософії (екологія).

Мета досліджень. Метою даних досліджень є з'ясування розподілу ГДД на ділянках з погіршеним фітосанітарним станом (осередки всихання) за основними лісотаксаційними показниками (походження, клас віку та бонітету, повнота деревостану) для встановлення об'ємів депонованого вуглецю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із сучасних основоположників вивчення процесу утворення, розподілу та структури мортмаси та грубого деревного детриту є Білоус А.М. [1-3]. Наукові дослідження пов'язані із питанням відпаду деревної рослинності листяних лісів саме в зоні Полісся. Окрім Білоуса А.М. даною тематикою також займалися та займаються Володимиренко В.М. [5], а Чорнобров О.Ю. [6], Фурдичко О.І. [7], Тимочко І.Я. [8] проводив дослідження на територіях об'єктів природно-заповідного фонду.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Зона Полісся є однією із найбільших територій місцезростання сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), що дає можливість проводити подібний розподіл по всій зоні. Однак, такий процес є мало результативним на територіях лісгосподарського підприємства, через те, що на таких територіях проводяться лісгосподарські заходи пов'язані із зменшенням кількості поваленої деревини на відміну від природоохоронних територій, де будь-яка господарська діяльність заборонена або має певні обмеження.

Деревний детрит є одним із осередків панування мікроорганізмів та місць оселищ безхребетних. Окрім цього, ГДД через значний проміжок часу розпочне процес розкладання. Даний фактор як раз і залежить від гігротопних умов, адже в чим вологі-

ших умовах знаходиться стовбур поваленого дерева, тим швидше він буде розкладатися.

На даний час однією із екологічних проблем світового значення є глобальне потепління, яке пов'язано із значними об'ємами накопиченого вуглекислого газу в навколишньому середовищі. Значні об'єми вуглецю депонуються саме деревостаном із нормальним фітосанітарним станом в порівнянні із погіршеними умовами. Подібних досліджень по депонуванню вуглецю сухостійними деревостаном наявні, а порівняння об'ємів депонованого вуглецю деревостанів із нормальним та погіршеним фітосанітарним станом відсутні.

Методологічне або загальнонаукове значення. Дослідження сприятимуть уточненню просторового розподілу та динаміки накопичення ГДД як компонент кругообігу органічних речовин та вуглецю в лісових екосистем.

Розподіл ГДД може бути використаний для моніторингу природних процесів та оцінювання впливу факторів навколишнього середовища на процес розкладання мертвої деревини.

Результати дослідження по розподілу ГДД будуть відігравати одну із ключових ролей у прийнятті управлінських рішень в галузі охорони навколишнього середовища, що впливатиме на процес збереження біорізноманіття.

Отримані дані можуть бути використані для вдосконалення математичних моделей динаміки детриту, що допоможе прогнозувати зміни вуглецевого балансу лісових екосистем у зв'язку з глобальними змінами клімату.

Виклад основного матеріалу. В 2017 році на території лісових екосистем природного заповідника «Древлянський» розпочався процес масового всихання соснових деревостанів. Як результат даного процесу розпочався процес накопичення поваленої деревини. За період 2017-2024 років об'єм поваленої деревини в осередках всихання соснових деревостанів за даними дистанційного зондування землі та лісотаксаційних описів складає 284518,17 м³.

Розподіл запасів ГДД сосни звичайної за походженням деревостану представлений в табл. 1.

Таблиця 1
Розподіл запасів ГДД сосни звичайної
за походженням деревостану

Походження	Запас, м ³	
	Загальний	На 1 га сухостійної території
Штучне	187917,30	101,72
Природне	226837,80	78,94

Згідно з аналізом, запас ГДД у природних соснових лісах значно перевищує відповідні показники в штучних насадженнях. Загальний запас у природних лісах становить 226837,80 м³, тоді як у штуч-

них – 187917,30 м³. Проте середній запас ГДД на 1 га сухостійної території є вищим у природних лісах (101,72 м³), ніж у природних (78,94 м³). подібна різниця в об'ємах деревини пояснюється тим, що середній запас на 1 га в штучних деревостанах є більшим в середньому на 5%.

Розподіл запасів ГДД за класами бонітету деревостану представлено в табл. 2.

Таблиця 2

Розподіл запасів грубого деревного детриту сосни звичайної за класами бонітету деревостану

Бонітет	Запас, м³	
	Загальний	На 1 га сухостійної території
Iб	525,05	22,63
Ia	9376,11	73,28
I	184090,77	96,82
II	174982,11	105,67
III	44285,35	58,19
IV	1330,05	30,93
V	165,71	55,23

Запаси ГДД значною мірою залежать від бонітету деревостану. Найбільші обсяги спостерігаються в насадженнях I (184090,77 м³) та II класу бонітету (174982,11 м³) в яких зосереджено 44,39 та 42,19% запасів сухостійних дерев, що може бути зумовлено

високою продуктивністю цих лісів і, відповідно, значною кількістю деревної біомаси (105,67 та 96,92 м³*га⁻¹ відповідно), а також значними площами таксаційних виділів [9] з даними класами. Водночас у лісах низької продуктивності (V клас бонітету) запас ГДД суттєво менший (165,71 м³ або 0,04%), що вказує на обмежене накопичення мертвої деревини та одиничними випадками всихання соснових деревостанів в низьких за класами бонітету.

Запаси ГДД також значно варіюють залежно від умов зростання деревостану, що представлено в табл. 3.

Найбільший запас зафіксовано у свіжих борах (A2-с) – 170491,64 м³ (41,11%) і свіжих дубово-соснових борах (B2-дС) – 166932,69 м³ (40,25%), що пояснюється значними площами розташування даних типологічних умов [10], сприятливими умовами для росту дерев та їх подальшого природного відмирання.

Найменші запаси ГДД представлено в сірих та мокрих чорновільхових сугрудах (С4-Влч та С5-Влч), де загальний запас не перевищує 254,76 та 30,16 м³ або 0,06 та 0,01% відповідно, через те, що в зазначених умовах сосна зростає як супутня деревна порода з часткою участі в деревостані 1-3 одиниці, а процес всихання відбувається з меншою інтенсивністю через достатню кількість вологи.

Із підвищення повноти деревостану зростанням запасів ГДД (табл. 4). Так, у деревостанах із повною 0,4 запасом ГДД стало лише 533,54 м³ (0,21%), тоді

Таблиця 3

Розподіл запасів грубого деревного детриту сосни звичайної за типами лісорослинних умов деревостану

Тип лісорослинних умов		Запас, м³	
		Загальний	На 1 га сухостійної території
A1-с	Сухий бір	12490,89	98,35
A2-с	Свіжий бір	170491,64	112,17
A3-с	Вологий бір	705,16	88,14
A4-с	Сирий бір	84,20	42,10
B1-дС	Сухий дубово-сосновий суббір	240,68	30,08
B2-дС	Свіжий дубово-сосновий суббір	166932,69	88,94
B3-дС	Вологий дубово-сосновий суббір	59134,06	83,88
B3-дсО	Вологий дубово-сосновий суббір осушений	139,51	23,25
B4-дС	Сирий дубово-сосновий суббір	1718,35	21,21
B4-дсО	Сирий дубово-сосновий суббір осушений	37,90	18,95
B5-бС	Мокрий березово-сосновий суббір	192,84	24,11
C2-гдС	Свіжий грабово-дубово-сосновий сугрудок	1009,12	12,01
C3-гД	Вологий грабово-дубовий сугрудок	0,33	0,33
C3-гдС	Вологий грабово-дубово-сосновий сугрудок	1172,72	27,92
C4-Влч	Сирий чорновільховий сугрудок	254,76	6,89
C4-гдС	Сирий грабово-дубово-сосновий сугрудок	120,14	17,16
C5-Влч	Мокрий чорновільховий сугрудок	30,16	7,53

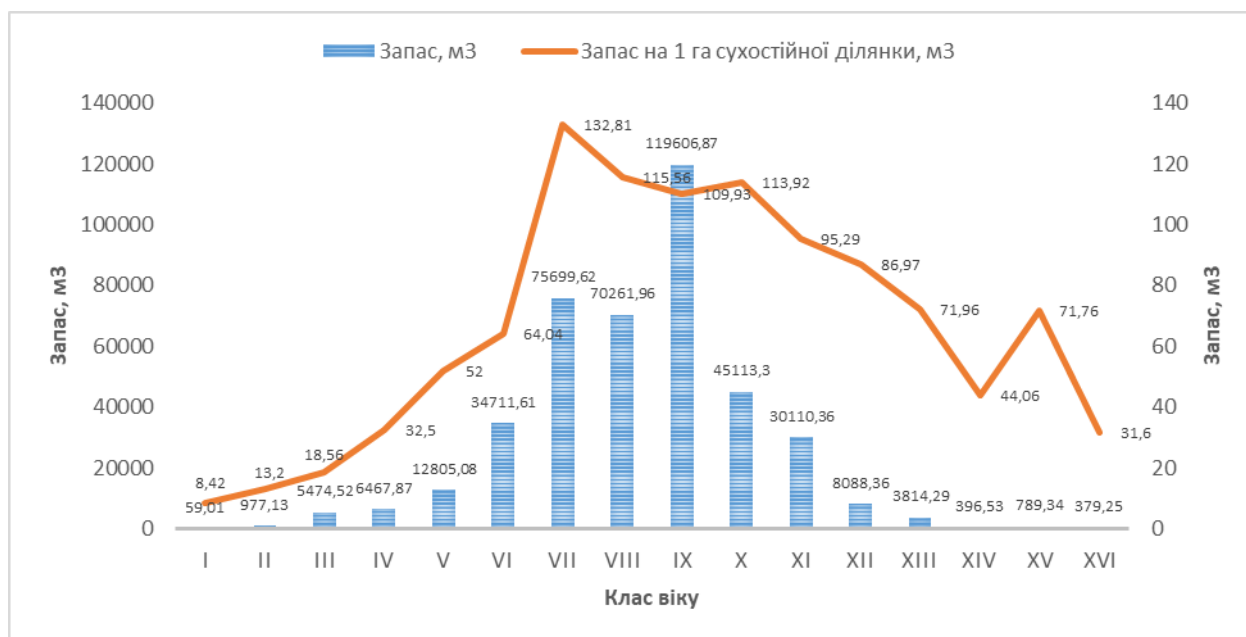


Рис. 1. Розподіл запасів грубого деревного детриту сосни звичайної за класами віку деревостану

Таблиця 4
Розподіл запасів грубого деревного детриту сосни звичайної за повнотами деревостану

Повнота	Запас, м³	
	Загальний	На 1 га сухостійної території
0,4	533,54	35,57
0,5	4541,32	56,07
0,6	17210,50	59,35
0,7	74254,99	79,59
0,8	17324,80	96,27
0,9	133581,70	103,31
1,0	11348,28	106,06

як у високоповнотних деревостанах (0,8-1,0) запас сухостійних дерев сосни складає 162254,78 м³ або 62,70%. Це ознака про важливу роль густоти насаджень у формуванні запасів детриту.

Також, ще одним головним показником формування ГДД є вік деревостану (рис. 1) в якому він формується, що на пряму впливає на кількісний показник.

З розподілу запасів сухостійної деревини за класом віку найменшими запасами представлені деревостани до I-II та XIV-XVI класів віку (1036,14 та 1565,12 м³ або 0,25 та 0,38%). Такі низькі показники пояснюються тим, що в деревостанах I-II к.в. запас

деревостанів є доволі низьким, а в XIV-XVI – через невелику кількість насаджень, в яких відбувся процес всихання. Найбільшими запасами ГДД представлені деревостани IX к.в. 119606,87 м³ або 28,84%, через значні площі деревостанів, що представлені даним класом, а також високим показником продуктивності в оптимальних умовах зростання.

Головні висновки. Результати дослідження показують, що розподіл запасів ГДД сосни звичайної у природному заповіднику «Древлянський» суттєво залежить від походження, продуктивності, екологічних умов та повноти деревостану. Найбільші обсяги ГДД характерні для насаджень високої продуктивності та сприятливих лісорослинних умов, тоді як у менш продуктивних і зволжених ділянках запаси значно нижчі. Отримані дані можуть бути використані для оцінки стану лісових екосистем, прогнозування змін у вуглецевому балансі та розробки природоохоронних заходів.

Перспективи використання результатів дослідження. Перспективним напрямком продовження дослідження за даною темою буде порівняння об'ємів депонованого вуглецю ГДД в місцях всихання соснових деревостанів та за подібних таксаційних показників, але без процесу погіршення фітосанітарного стану соснових насаджень, для встановлення впливу процесу всихання на температурний режим певної території.

Література

- Білоус А. М., Котляревська У.М. Структура біомаси вільхових насаджень Українського Полісся. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(9). С. 14-18.
- Білоус А.М. Запас сухоюю і захаращеності м'яколистяних лісів Українського Полісся. Наукові доповіді НУБіП України. 2013. No 4. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2013_4_15
- Білоус А.М., Котляревська У.М. Біомаса вільхових лісів Українського Полісся: Монографія. Київ: НУБіП України, 2018. 240 с.

4. Мартиненко В.В. Трансформація лісових екосистем природного заповідника «Древлянський»: дис. ... д.ф.: 101. Київ, 2024. 253 с.
5. Володимиренко В.М., Котляревська У.М., Сурай В.А., Клочко В.М. Мортмаса лісових екосистем у сучасному екоресурсному вимірі. Науковий вісник НЛТУ України. 2016. 26(5). С. 188-194. DOI: <https://doi.org/10.15421/40260529>.
6. Чорнобров О.Ю., Христецька М.В. Лісівничо-екологічні особливості розподілу запасів поваленої мертвої деревини у лісових Канівського Придніпров'я. Агроєкологічний журнал. 2023. № 4. С. 53-64. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2023.293753>.
7. Фурдичко О.І., Чорнобров О.Ю., Соломаха І.В., Тимочко І.Я., Безроднова О.В. Оцінювання запасів грубого деревного детриту у лісових екосистемах національного природного парку «Слобожанський». Наукові доповіді НУБіП України. Біологія, біотехнологія, екологія. 2021. № 1 (89) DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.00>.
8. Чорнобров О.Ю., Христецька М.В. Лісівничо-екологічні особливості розподілу запасів поваленої мертвої деревини у лісових Канівського Придніпров'я. Агроєкологічний журнал. 2023. № 4. С. 53-64. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2023.293753>.
9. Мартиненко В.В., Конішук В.В. Особливості динаміки змін у лісовому фонді природного заповідника «Древлянський». *Збалансоване природокористування*. 2020. № 2. С. 92-100. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2020.212607>.
10. Мартиненко В.В., Конішук В.В. Типологічна характеристика вкритих лісовою рослинністю деревостанів природного заповідника «Древлянський». *Агроєкологічний журнал*. 2020. № 3. С. 33-40. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2020.211524>.