

ОЦІНЮВАННЯ ЗАПАСІВ ЛІСОВОЇ ПІДСТИЛКИ ЯК НАЗЕМНОГО ГОРЮЧОГО МАТЕРІАЛУ У СОСНОВИХ ЛІСАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

С. Г. Сидоренко, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник лабораторії екології лісу

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького, м. Харків

E-mail: sydorenkosg@uriffm.org.ua

Анотація. Виявлено, що запаси лісової підстилки у сосняках Лівобережного Лісостепу у перерахунку на абсолютно суху масу можуть сягати $60 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. Запас лісової підстилки у насадженні залежить від його лісівничо-таксаційних характеристик. Спостерігається збільшення мортмаси лісової підстилки зі збільшенням запасу насадження, віку, бонітету, середнього діаметра, середньої висоти та відносної повноти насадження. Щільність лісової підстилки зменшується у низькоповнотних насадженнях. Запропоновано три статистично-математичні моделі оцінювання мортмаси лісової підстилки у чистих сосняках Лівобережного Лісостепу, що ростуть в умовах свіжого субору. Наведено методику польового оцінювання мортмаси лісової підстилки за її товщиною та щільністю, враховуючи вікову динаміку зміни цього показника та відмінності у щільності різних шарів мінералізації підстилки. Запропоновано формули розрахунку запасів лісової підстилки для верхнього опадового шару та нижнього напіврозкладеного шарів. Розраховано мінімально необхідну кількість замірів товщини лісової підстилки у межах однорідної лісової ділянки з урахуванням її варіабельності у межах таксаційного виділу.

Ключові слова: мортмаса, оцінювання запасів лісових горючих матеріалів, наземні горючі матеріали, Лівобережний лісостеп.

Постановка проблеми. Нині особливої актуальності в Україні набувають лісопірологічні дослідження. Моделювання поведінки пожеж опирається на дані про кількісні та якісні характеристики рослинних горючих матеріалів, рельєф та кліматичні умови. В Україні дослідження лісових горючих матеріалів (ЛГМ) носять фрагментарний характер (різні лісорослинні умови, використання різних методик тощо). Дослідження характеристик, властивостей та

особливостей формування й акумуляції мортмаси лісової підстилки та інших наземних ЛГМ дасть змогу прогнозувати здатність її до займання та потенційні післяпожежні ризики (інтенсивність відпаду, ймовірність заселення стовбуровими шкідниками, поведінку пожежі). На сучасному етапі в Україні ведеться активна робота з дослідження різних груп лісових горючих матеріалів і вдосконалюються методики їх оцінювання. У чистих сосняках основним і найбільш легкозаймистим горючим матеріалом є лісова підстилка [7]. Найважливішими якісними характеристиками, що впливають на режим горіння лісової підстилки є її вологість, щільність [6], запас, співвідношення між шарами мінералізації та фракційний склад [3]. Науковцями Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіПУ) розроблено детальну методику оцінювання мортмаси лісів [2] та проведено дослідження наземних ЛГМ у соснових лісах Боярської лісової дослідної станції [5, 12]. Досліджено основні характеристики лісової підстилки у Поліських лісах, а саме: запас, товщина, об'ємна вага, вологість за шарами мінералізації тощо. Лабораторією лісової пірології НУБіПУ [4] розпочато створення комплексного пірологічного геопорталу для лісів українського Полісся з ціллю моделювання поведінки пожеж, попередньої оцінки наслідків пожеж та визначення природної пожежної небезпеки. Одним із основних наборів вхідних даних є актуальна інформація щодо запасів ЛГМ на конкретній лісовій ділянці. З огляду на це, розробка регіональних моделей для оцінювання мортмаси лісової підстилки у чистих соснових насадженнях Лівобережного Лісостепу за таксаційними показниками насадження та розробка методик польового оцінювання запасів лісової підстилки лишається актуальним завданням сучасних пірологічних досліджень.

Метою дослідження є розробка моделей та формул для оцінювання мортмаси лісової підстилки у чистих соснових насадженнях Лівобережного Лісостепу.

Методика досліджень. Дослідження проведено на постійних і тимчасових пробних площах ДП «Гадяцьке ЛГ» (Полтавська область) та ДП

«Жовтневе ЛГ» (Харківська область) у межах Лівобережного Лісостепу. Пробні площі закладали у чистих соснових насадженнях, які ростуть в умовах свіжого субору. Облік підстилки на кожній пробній площі проводили на 9 площадках площею 1 м². Одночасно з відбором зразків підстилки замірювали товщину шару лісової підстилки, окремо товщину опадового шару (A_0L) та окремо сумарну товщину ферментативного та гуміфікованого шарів ($A_0F + A_0H$), які є подібними за щільністю та утримуванням вологи. Запаси підстилки визначали за методикою Родіна Л.Е. [9]. Проведено розподіл відібраних зразків за шарами: верхній – опадовий L ; та нижній – ферментативний F спільно з гуміфікованим H [10]. Враховуючи складність у точному розмежуванні ферментативного та гуміфікованого шарів підстилки, їх розглядали як один шар. Дослідний матеріал зважували в польових умовах, після чого з кожної пробної площі вилучено середні зразки за шарами (по 300 грам), висушено до повітряно-сухого стану та вилучено пісок. Для встановлення абсолютно-сухої маси речовини, з повітряно-сухих зразків сформовано наважки по 30 грам та проведено висушування до абсолютно-сухого стану за температури 105 °C у лабораторній сушильній шафі. Після камерально-лабораторних робіт обраховано запаси лісової підстилки. Під час статистичної обробки матеріалів використано методи варіаційної статистики: кореляційний, регресійний та множинний регресійний аналізи [8]. Розрахунок показників точності дослідів проведено за Лакіним Г.Ф. [8].

Моделювання запасів підстилки було виконано за обрахунком моделей конверсійних коефіцієнтів (R_v) за фактичними даними на зразок моделювання фітомаси насаджень [1]:

$$R_v = M_{\text{лп}} / M, \quad (1)$$

де: $M_{\text{лп}}$ – мортмаса лісової підстилки, т·га⁻¹;

M – запас стовбурів у корі деревостану м³·га⁻¹.

Для моделювання використано такий дизайн рівняння:

$$y = a_0 \cdot x^{a_1} \cdot x_n^{a_n}, \quad [1] \quad (2)$$

де: y – залежна змінна; a_0 , a_n – коефіцієнти регресії; x , x_n – незалежні змінні.

Запас підстилки таким чином буде вираховуватися через залежність:

$$M_{\text{п}} = Rv \times M, \quad (3)$$

де: $M_{\text{п}}$ – запас лісової підстилки в абсолютно сухому стані, тонн;

M - запас стовбурів у корі, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$.

Результати та обговорення. Товщина підстилки варіювала від 1,4 до 6,4 см (за середніми даними) і збільшувалася з віком насадження ($r=0,8$; $p=0,05$), так у віці 10 років її середня товщина становила 1,4 см, а у віці 124 роки – 6,4 см (табл. 1).

1. Характеристика чистих соснових сосняків свіжого субору ДП «Жовтневе ЛГ» (Васищевське л-во) та ДП «Гадяцьке ЛГ» (Вельбівське л-во)

Код локації	№ ПП	Вік, років	Діаметр, см	Висота, м	Бонітет	Повнота	Запас, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	$h_{\text{підст.}}, \text{см}$	Абс. суха маса, тонн			Щільність, г/дм^3
									Разом	L	F+H	
Ж-В-123-6	1	10	10	4,3	I	0,85	12	1,4	11,7	4,5	7,2	83,6
Ж-В-91-5	7*	17	8	7,6	I	1,00	26	1,6	15,54	5,4	10,1	97,1
Ж-В-112-10	2	24	14	10	I ^a	0,75	115	2,1	21,09	4,7	16,4	100,4
Г-В-51-4	12	31	15,4	10	I	0,80	137	2,7	31,8	5,9	23,2	107,8
Ж-В-159-5	9	35	16	13,2	I	0,80	144	1,4	31,73	6,1	25,6	144,2
Г-В-4-1	13	54	22	17,2	I	0,80	273	4,3	47,3	8,2	39,1	109,9
Ж-В-99-6	3*	55	28	16	II	0,75	217	3,6	39,87	7	32,9	110,8
Ж-В-103-2	8*	63	24	17,8	II	0,79	270	4,2	42,87	7,7	35,1	99,7
Ж-В-99-4	4*	72	28	24,2	I	0,80	433	5,4	60,83	13,2	47,7	112,7
Г-В-105-7	10	74	26	21	II	0,80	350	5,3	48	7,7	40,3	90,6
Г-В-58-5	11	78	30	26,4	I	0,75	430	5,4	50,7	7,3	43,5	93,9
Ж-В-115-3	5*	82	29	22,6	II	0,75	389	4,8	51,96	12,1	39,9	108,2
Г-В-115-5	14	85	33	24,3	I	0,65	382	4,7	23,6	3,2	29,8	70,2
Ж-В-128-4	6	124	46	26	II	0,50	243	6,4	33,17	12,1	21	51,8

Примітка: Ж-В – ДП «Жовтневе ЛГ» Васищівське л-во; Г-В – ДП «Гадяцьке ЛГ» Вельбівське л-во.

*дані отримано під час спільних експедицій у складі лабораторії екології лісу УкрНДІЛГА ім. Г.М. Висоцького

Запас підстилки, збільшується з віком насадження ($r=0,65$ $p=0,05$), та зі збільшенням таксаційних показників (середньої висоти – $r=0,77$ та діаметра

$r=0,61$ $p=0,05$). Зі зниженням повноти насадження прослідковується зменшення маси лісової підстилки (обернений кореляційний зв'язок $r=-0,25$ $p=0,05$). Найтісніший зв'язок акумуляції лісової підстилки у насадженні виявлено під час кореляційного аналізу абсолютно сухої маси лісової підстилки у перерахунку на 1 га із запасом насадження ($r=0,9$ $p=0,05$).

В аспекті пірологічних досліджень наземних горючих матеріалів, важливим є не лише оцінювання мортмаси лісової підстилки, але й моделювання її за шарами, які відрізняються за своїми пірологічними характеристиками. Як відомо, вітчизняні вчені виділяють три шари мінералізації: опадовий (A_0L), ферментативний (A_0F), гуміфікований (A_0H). Співвідношення між шарами гуміфікації лісової підстилки в процесі розвитку лісостану помітно змінюється. Так, за фактичними даними в насадженнях, частка опадового шару A_0L не має чіткої тенденції до збільшення з віком. У насадженнях віком понад 50 років частка гуміфікованого шару зростає сягаючи піку в 72-річному віці і поступово зменшується до віку 124 років у зв'язку зі зниженням повноти та запасу насадження і зменшенням щорічного надходження хвої з опадом.

Режими горіння цих шарів під час лісових пожеж значно відрізняються – верхній опадовий шар горить швидко і, як правило, весь згорає, в той час як нижні шари горять часто у безполум'яній фазі горіння, довго тліючи. Залежно від вологості, нижні шари підстилки можуть слугувати теплоізоляційним буфером, який перешкоджає пошкодженню корневих систем дерев під час горіння (за високої вологості нижніх шарів), або ж підсилювати горіння і призводити до стійких низових пожеж (за низької вологості). На практиці буває досить складно розділити ферментативний та гуміфікований шари лісової підстилки, тому було проведено моделювання за спрощеною схемою: окремо для опадового шару (*litter*) та ферментативного+гуміфікованого (*duff*), які мають подібні характеристики щільності та динаміки утримування вологості. Таке розмежування шарів широко використовується Лісовою службою США [11].

Найкращими змінними для включення до моделей виявилися середній діаметр (d , см), відносна повнота насадження (P), вік (A , років). Таким чином модель для визначення конверсійного коефіцієнта R_v для оцінювання загальної мортмаси лісової підстилки має вигляд:

$$R_v = 1,71 \times d^{1,75} \times P^{4,83} \times A^{-1,66} \quad (R^2 = 0,98) \quad (4)$$

Для оцінювання опадового шару лісової підстилки побудовано модель розрахунку конверсійного коефіцієнта (R_{litter}):

$$R_{litter} = 0,82 \times d^{2,47} \times P^{7,33} \times A^{-2,3} \quad (R^2 = 0,97) \quad (5)$$

Для оцінювання нижніх шарів лісової підстилки побудовано модель розрахунку конверсійного коефіцієнту (R_{duff}):

$$R_{duff} = 1,016 \times d^{1,43} \times P^{3,84} \times A^{-1,39} \quad (R^2 = 0,97) \quad (6)$$

Слід зазначити, що запропоновані моделі мають обмеження на застосування. Наразі коректне моделювання запасів підстилки можливе для насаджень з відносною повнотою понад 0,65, середнім діаметром насадження у межах 8-33 см та віком від 8 до 85 років.

Розробка методики польового оцінювання мортмаси лісової підстилки є актуальною з огляду на можливу невідповідність реальних таксаційних показників із «Таксаційними описами», а також для оцінювання ступеню вигорання лісової підстилки та впливу вогню на різні елементи лісу (визначення ступеню вигорання підстилки на пошкодженій вогнем ділянці лісу порівняно з контролем, виділення ділянок з більшою інтенсивністю пожежі тощо), для врахування неоднорідності розподілу наземних ЛГМ у межах таксаційного виділу. Польове оцінювання запасів мортмаси повинно базуватися на використанні трьох основних змінних – товщини шару підстилки, її щільності з обов'язковим урахуванням її якісних характеристик (опадовий шар (A_0L) та напіврозкладені шари – ($A_0F + A_0H$)).

Виявлено, що щільність лісової підстилки коливається від 51 (у низькоповнотних насаджень) до 141 г/дм³ та залежить від повноти насадження, віку та співвідношення між шарами мінералізації. За експериментальними

даними для насаджень з повнотою 0,75–1,00 визначено середні значення щільності підстилки для різних вікових груп. Так, для соснових молодняків середня щільність лісової підстилки становить 93,7 г/дм³, середньовікових – 105, пристиглих та стиглих – 110 г/дм³. Такі зміни у щільності лісової підстилки пов’язані зі збільшенням частки нижніх шарів мінералізації (*duff*) зі збільшенням віку насадження ($r=0,68$ $p=0,05$).

Встановлено, що щільність різних шарів мінералізації достовірно відрізнялася ($F_f = 3,8$; $F_t = 3,20$; $p = 0,05$). Так, щільність опадового шару є на 12 % меншою від загальної щільності моноліту лісової підстилки, в той час як нижні шари мають більшу щільність (на 12% більшу порівняно з загальною щільністю моноліта лісової підстилки). З огляду на це, є можливим визначення у польових умовах загальної мортмаси (7), опадового шару (8) та напіврозкладеної мортмаси (9) за запропонованими формулами з введенням додаткового коефіцієнта щільності, який для опадового шару буде становити 0,88, а для нижнього – 1,12:

$$m_{\text{заг}} = 0,1h \times Bd \quad (7)$$

$$m_L = 0,1h_L \times Bd \times 0,88 \times k_L \quad (8)$$

$$m_D = 0,1h_D \times Bd \times 1,12 \times k_D \quad (9)$$

де m – загальний запас мортмаси, у тоннах на 1 га; m_L – запас опадового шару; m_D – запас ферментативного та гуміфікованого шарів; h – товщина підстилки, см; h_L – товщина опадового шару, см; h_D – товщина ферментативного та гуміфікованого шарів, см; Bd – щільність г/дм³; k_L – коефіцієнт щільності для опадового шару лісової підстилки; k_D – коефіцієнт щільності для нижнього напіврозкладеного/розкладеного шару лісової підстилки.

За даними дослідників рослинних горючих матеріалів [3], запаси наземних ЛГМ навіть у межах однорідної ділянки змінюються під впливом нанорельєфу у межах 30 %. За даними експериментальних досліджень коефіцієнт варіації (CV) товщини лісової підстилки у межах однорідної ділянки (таксаційний виділ) сягає 40,4 % (заміри товщини проводили за мікронами: «стовбур», «проекція крони», «міжкроновий простір», проводячи рівну

кількість замірів). За даними Волокітіної [3], найпредставленішою мікрозоною у насадженні є зона під проекцією крони, вона складає 55 %, зона «між кронами» – 40 %, на зону «пристовбурних кругів» припадає 5 % відносної площі насадження.

Потужність (товщина) підстилki у межах лісостану є нерівномірною та залежить від локації збору (за мікрозонами). Так, біля стовбура товщина підстилki у середньому була на 58 % товщою, порівняно з мікрозонами «між кронами» та «під проекцією крони» такі відмінності були статистично значимими ($F_f = 4,32$; $F_t = 3,46$; $p = 0,05$). З іншого боку різниця у товщині підстилki між кронами та під проекцією крони склала 4,5 % та статистично не відрізнялася ($F_f \leq F_t$ при $p=0,05$). Таким чином значна варіабельність лісової підстилki досягалася за рахунок даних, щодо лісової підстилki отриманих під стовбуром ($CV=40,4\%$), тому було використано обрахунки коефіцієнта варіації без врахування мікрозони «при стовбурі». За таких умов CV зменшується до 20,72 %. Тобто, щоб отримати дані з заданим показником точності дослідження ($p=0,01$; $p=0,05$; $p=0,1$) для оцінювання мортмаси на однорідній лісовій ділянці необхідно провести n замірів товщини її шару:

$$Cs = \frac{CV}{\sqrt{n}}, \quad (11)[8]$$

де Cs – показник точності дослідження, %.

CV – коефіцієнт варіації, %;

n – кількість замірів, шт.

Таким чином необхідну кількість замірів можна знайти за формулою:

$$n = \left(\frac{CV}{Cs} \right)^2 \quad (12)$$

У нашому випадку необхідна кількість замірів для рівня значущості $p=0,05$ становить:

$$n = (20,7\% / 5\%)^2 = 17$$

Полюове оцінювання мортмаси є важливим під час точного пірологічного опису ділянки лісового фонду, адже не потребує прив'язки до таксаційних

показників насадження та забезпечує кращу репрезентативність щодо розподілу лісової підстилки у насадженні.

Зважаючи на значну варіабельність у розподілі лісової підстилки та зміну її якісних характеристик з віком та змінами у лісівничо-таксаційних показниках, необхідно провести подальші польові дослідження для поповнення експериментальних даних, які слід отримати також із низькоповнотних сосняків та в інших типах лісорослинних умов, за різного складу насаджень. В подальшому такі дані дадуть змогу розробити більш точні моделі мортмаси для усіх соснових лісів Лівобережного Лісостепу України.

Висновки

1. У чистих сосняках Лівобережного Лісостепу накопичуються значні запаси лісової підстилки у перерахунку на абсолютно-суху масу варіюють у межах від 11,1 до 60,8 т·га⁻¹.

2. Запас лісової підстилки залежить в першу чергу від лісівничо-таксаційних характеристик насаджень – запасу, повноти, середнього діаметра, середньої висоти та віку насадження. Мортмаса лісової підстилки збільшується пропорційно до збільшення цих показників. Таким чином, продуктивніші сосняки накопичують більші запаси наземних ЛГМ.

3. Розроблено математичні моделі для розрахунку конверсійних коефіцієнтів для оцінювання загальних запасів лісової підстилки, а також запасів верхнього (опадового) і нижнього (ферментативного та гуміфікованого) шарів в абсолютно сухому стані в перерахунку на 1 га.

4. Запропоновано методику польового оцінювання мортмаси лісової підстилки за її товщиною та щільністю, враховуючи вікову динаміку зміни цього показника та відмінності у щільності різних шарів мінералізації підстилки.

Список використаних джерел

1. Аврамчук О. О. Оцінювання мортмаси підстилки соснових лісів Київського Полісся / О. О. Аврамчук, А. М. Білоус // Науковий вісник НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.3. – С. 50–55.

2. Білоус А. М. Методика дослідження мортмаси лісів / А. М. Білоус // Біоресурси і природокористування. – 2014. – Том 6. – №3,4. – С. 134–145.
3. Волокитина А. В. Класификация растительных горючих материалов / А. В. Волокитина, М. А. Софронов // Лесоведение. – 1996. – №3. – С. 38–44.
4. Гуржій Р. В. Запаси наземних лісових горючих матеріалів у лісах Київського Полісся / Р. В. Гуржій, П. П. Яворовський // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2018. – № 132. – С. 124–130.
5. Зібцев С. В. Перехід від проекту протипожежного впорядкування до системи підтримки прийняття рішень в рамках інтегрованої системи управління пожежами / С. В. Зібцев, В. В. Миронюк, В. В. Богомолів, О. М. Сошенський, В. В. Гуменюк, В. А. Корень // Проблеми розвитку лісової таксації, лісовпорядкування та інвентаризації лісів. – К., 2018. – С. 58–60.
6. Курбатский Н. П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов / Н. П. Курбатский // Вопросы лесной пирологии. – 1970. – С. 5–58.
7. Левченко В. В. Лісові горючі матеріали : навчальний посібник / Левченко В. В., Борсук О. А., Борсук А. А. – К. : НУБІП України, 2015. – 237 с.
8. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва : Высшая школа, 1990. – 352 с.
9. Родин Л. Е. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности : монографія / Родин Л. Е., Базилевич Н. И. – Москва : Наука, 1965. – 254 с.
10. Чорнобай Ю. М. Трансформація рослинного детриту в природних екосистемах : монографія / Чорнобай Ю. М. – Львів : ДПМ НАН України, 2000. – 352 с.
11. FIREMON Database User Manual [Electronic resource] – Mode of access: http://frames.nbii.gov/documents/projects/firemon/FMDBv4_Method.pdf
12. Яворовський П. П. Аналіз горимості лісових насаджень Боярської лісової дослідної станції за 2004–2016 роки / Яворовський П. П. Гуржій Р. В. // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2017. – №131. – С. 158–164.

References

1. Avramchuk O. O. & Bilous A. M. (2015) Otsiniuvannia mortmasy pidstylky sosnovykh lisiv Kyivskoho Polissia [The Estimation of Litter Mortmass of Pine Forests in Kiev Polissya]. Scientific Bulletin of UNFU, 25.3, 50–55 [In Ukrainian].
2. Bilous A. M. (2014) Metodyka doslidzhennia mortmasy lisiv [Methodology of the research mortmass of forest]. *Biological Resources and Nature Manage*, Issue 6.3,4, 134–145 [In Ukrainian].
3. Volokitina, A. V. & Sofronov, M. A. (1996). Klassifikacija rastitel'nyh gorjuchih materialov. Lesovedenie [Classification of vegetable combustible materials]. Forestry, 3, pp. 38–44 [In Russian].
4. Hurzhii R. V. & Yavorovskyi P. P. (2018). Zapasy nazemnykh lisovykh horiuchykh materialiv u lisakh Kyivskoho Polissia [Reserves of forest fuels in the

pine stands of the Kiev Polissya]. *Forestry and Forest Melioration*, 132, pp. 124–130 [In Ukrainian].

5. Zibtsev S. V., Myroniuk V. V., Bohomolov V. V., Soshenskyi O. M., Humeniuk V. V., Koren V. A. (2018). Perekhid vid proektu protypozhezhnoho vporiadkuvannia do systemy pidtrymky pryiniattia rishen v ramkakh intehrovanoi systemy upravlinnia pozhezhamy [Switching from a fire prevention project to a decision support system within the integrated fire management system]. *Problems of forest tax development, forest management and inventory of forests*. Kyiv. pp. 58–60 [In Ukrainian].

6. Kurbatskij N. P. (1970). Issledovanie kolichestva i svojstv lesnyh gorjuchih materialov. Voprosy lesnoj pirologii. [Investigation of the quantity and properties of forest combustible materials]. *Issues of forest pyrology*, pp. 5–58 [In Russian].

7. Levchenko V. V., Borsuk O. A. & Borsuk A. A. (2015). Lisovi horiuchi materialy: navchalnyi posibnyk [Forest fuel: tutorial]. Kyiv : NUBIP of Ukraine. 237 p. [In Ukrainian].

8. Lakin G. F. (1990). Biometrija [Biometrics]. Moscow : Vysshaja shkola. 352 p. [In Russian].

9. Rodin L. E. & Bazilevich N. I. (1965). Dinamika organicheskogo veshhestva i biologicheskij krugovorot v osnovnih tipah rastitel'nosti: monografija [Dynamics of organic matter and biological cycle in the main types of vegetation: monograph]. Moscow : Nauka. 254 p. [In Russian].

10. Chornobai Yu. M. (2000). Transformatsiia roslynnoho detrytu v pryrodnykh ekosystemakh : monohrafiia. [Transformation of plant detritus in natural ecosystems: monograph]. Lviv : DPM NAN Ukraine. – 352 p. [In Ukrainian].

11. FIREMON Database User Manual [Electronic resource] – Mode of access: http://frames.nbii.gov/documents/projects/firemon/FMDBv4_Method.pdf [In English].

12. Yavorovsky P. P. & Hurzhii R. V. (2017) Analiz horymosti lisovykh nasadzhen Boiarskoj lisovoi doslidnoi stantsii za 2004–2016 roky [Analysis of fire danger in forest stands in Boyarka Forestry Research Station from 2004 to 2016]. *Forestry and forest melioration*, 131, pp. 158–164. [In Ukrainian].

ОЦЕНИВАНИЯ ЗАПАСОВ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ, КАК НАЗЕМНОГО ГОРЮЧЕГО МАТЕРИАЛА СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

С. Г. Сидоренко

Аннотация. Выявлено, что запасы лесной подстилки в пересчете в абсолютно-сухую массу варьируют в пределах от 11,1 до 60,8 тонн в га-1 и зависят от лесоводственно-таксационных характеристик насаждения. Наблюдается увеличение мортмассы лесной подстилки с увеличением запаса насаждения, возраста, бонитета, среднего диаметра, средней высоты и относительной полноты насаждения. Плотность лесной подстилки уменьшается в низко полнотных насаждениях. Предложено три статистически-математические модели для оценивания мортмассы лесной

подстилки в чистых сосняках Левобережной Лесостепи, растущие в условиях свежей субори. Приведена методика полевого оценивания мортмассы лесной подстилки по ее толщине и плотности, учитывая возрастную динамику изменения этого показателя и различия в плотности различных слоев минерализации подстилки. Предложено формулы расчета запасов лесной подстилки по слоям минерализации. Рассчитано минимально необходимое количество замеров толщины лесной подстилки в пределах однородного лесного участка с учетом ее вариабельности в пределах таксационных выделов.

Ключевые слова: мортмасса, оценки запасов лесных горючих материалов, наземные горючие материалы, Левобережный лесостепь.

THE ESTIMATION OF LITTER MORTMASS AS THE BASIC FIRE FUEL OF PINWOOD FORESTS IN THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE

S. Sydorenko

Abstract. It was found that the reserves of forest litter, in terms of absolute dry weight, vary from 11.1 to 60.8 tons per ha^{-1} and depends on the forestry characteristics of plantations. There is an increase in mortmass of forest litter with an increase in age, productivity, average diameter, average height and relative density of the planting. The bulk density of forest litter decreases in plantations with low relative density. Methodical approaches for estimation of forest litter mortmass in pure pine forests of the Left-bank Forest-steppe, which grow in the conditions of a fresh soil type, are offered. Three statistical mathematical models are proposed. The method of field evaluation of forest litter mortmass is proposed for its thickness of litter layer and bulk density, taking into account age dynamics of changes in bulk density and differences in the density in the different layers of mineralization of litter. The minimum required amount of measurements of the thickness of forest litter within the limits of a homogeneous forest area with the consideration of its variability within the homogeneous trees stand is proposed.

Keywords: mortmass, reserves of forest fuel estimation, ground forest fuel, Left-bank Forest-steppe.