

УДК 630*182.47:630*228.8(630*176.321.5)

ЗАПАС НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ НИЖНИХ ЯРУСОВ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ЧЕРНООЛЬШАНИКЕ ПАПОРОТНИКОВОМ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ПОЛЕСЬЯ

А. В. УГЛЯНЕЦ¹⁾, С. В. ШУМАК¹⁾, Д. К. ГАРБАРУК¹⁾

¹⁾Полесский государственный радиационно-экологический заповедник,
ул. Терешковой, 7, 247618, г. Хойники, Беларусь

Оценка биологической продуктивности нижних ярусов лесной растительности, особенно в труднодоступных черноольховых лесах, весьма актуальна. Изучение запаса их надземной фитомассы в насаждениях черноольшаника папоротникового (*Gluninosa-Alnetum filicosum*) проводилось методом укосов, общего проективного покрытия почвы с использованием цифровой фотографии, других ценотических показателей, традиционными методами. Место исследования – зона отчуждения Чернобыльской атомной электростанции в границах Полесского государственного радиационно-экологического заповедника, расположенная на крайнем юго-востоке Белорусского Полесья. Установлено, что в составе нижних ярусов черноольшаника папоротникового произрастает 44 вида растений. Доминируют инвазивный вредоносный вид череда олиственная (*Bidens frondosus* L.) и нитрофильный аборигенный вид крапива двудомная (*Urtica dioica* L.). Субдоминируют с ними или содоминируют в различных сочетаниях 10 других видов растений, характеризующихся высоким обилием и располагающихся в верхнем подъярусе травяного покрова. Запас абсолютно сухой надземной фитомассы нижних ярусов растительности в черноольшанике папоротникового составляет 574 (407–872) кг/га, общее проективное покрытие почвы – 72 (48–90) %. Высокая пространственная вариативность этих показателей обусловила среднюю корреляционную зависимость между ними. На запас надземной фитомассы нижних ярусов растительности и их общее проективное покрытие, пространственную неоднородность и временную изменчивость влияет комплекс внешних экологических факторов: видовой состав и густота древостоя, густота подроста и подлеска, погоднo-климатические условия, местоположение лесных насаждений в рельефе, расстояние до объектов гидромелиоративной сети, дикие копытные животные и внутренние факторы самих травяных сообществ (видовой состав, обилие и морфометрические характеристики преобладающих видов).

Ключевые слова: Белорусское Полесье; черноольшаник папоротниковый (*Gluninosa-Alnetum filicosum*); нижний ярус лесной растительности; запас надземной фитомассы; общее проективное покрытие почвы; экологический фактор.

Образец цитирования:

Углянец АВ, Шумак СВ, Гарбарук ДК. Запас надземной фитомассы нижних ярусов лесной растительности в черноольшанике папоротникового на юго-востоке Полесья. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2025;1:24–36.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2025-1-24-36>

For citation:

Uglyanets AV, Shumak SV, Garbaruk DK. Aboveground phytomass stock of the lower tiers of forest vegetation in black alder fern forest type in the south-east of Polesie. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2025;1:24–36. Russian.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2025-1-24-36>

Авторы:

Анатолий Владимирович Углянец – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; ведущий научный сотрудник отдела экологии растительных комплексов.
Светлана Васильевна Шумак – аспирант, младший научный сотрудник отдела экологии растительных комплексов.
Дмитрий Константинович Гарбарук – заведующий отделом экологии растительных комплексов.

Authors:

Anatoliy V. Uglyanets, PhD (agriculture), docent; leading researcher at the department of ecology of vegetative complexes. uhlianets@mail.ru
Svetlana V. Shumak, postgraduate student; junior researcher at the department of ecology of vegetative complexes. shumaksvetlana@mail.ru
Dmitriy K. Garbaruk, head of the department of ecology of vegetative complexes. dima.garbaruk.77@mail.ru

ABOVEGROUND PHYTOMASS STOCK OF THE LOWER TIERS OF FOREST VEGETATION IN BLACK ALDER FERN FOREST TYPE IN THE SOUTH-EAST OF POLESIE

A. V. UGLYANETS^a, S. V. SHUMAK^a, D. K. GARBARUK^a

^aPolesye State Radiation-Ecological Reserve,
7 Tereshkova Street, Khoyniki 247618, Belarus

Corresponding author: D. K. Garbaruk (dima.garbaruk.77@mail.ru)

Assessment of biological productivity of the lower tiers of forest vegetation, especially in hard-to-reach black alder forests is very relevant. The study of the stock of their aboveground phytomass in stands of black alder fern forest type (*Gluninosa-Alnetum filicosum*) was carried out using the mowing method, the general projective soil cover using digital photography, and other cenotic indicators using traditional methods. The study site was the exclusion zone of the Chernobyl nuclear power plant, coinciding with the boundaries of the Polesky State Radiation and Ecological Reserve, located in the extreme south-east of the Belarusian Polesie. It was found that 44 plant species grow in the lower tiers of black alder fern forest type. Invasive pest species *Bidens frondosus* L. and nitrophilic native species *Urtica dioica* L. dominate. Subdominant with them or co-dominant in various combinations are 10 other plant species characterized by high abundance and located in the upper sub-tier of the grass cover. The stock of absolutely dry aboveground phytomass of lower vegetation tiers in black alder fern forest type 574 (407–872) kg/ha, total projective soil coverage – 72 (48–90) %. High spatial variability of these indicators determined the average correlation dependence between them. The stock of aboveground phytomass of lower vegetation tiers and their total projective cover, spatial heterogeneity and temporal variability are influenced by a complex of external environmental factors. These include species composition and stand density, density of undergrowth and underforest, weather and climatic conditions, location of forest stands in the relief, distance to the objects of hydro-reclamation network, wild ungulates and internal factors of grass communities themselves (species composition, abundance and morphometric characteristics of dominant species).

Keywords: Belarusian Polesie region; black alder fern forest type (*Gluninosa-Alnetum filicosum*); the lower tier of forest vegetation; stock of phytomass; ecological factor.

Введение

Сведения о запасах надземной фитомассы (ЗНФ) живого напочвенного покрова (ЖНП) в черноольшаниках кисличном, черничном, крапивном, осоковом и снытевом Белорусского Полесья (Полесье) приведены в работах [1–3]. Изучение массы травяного покрова в насаждениях черноольшаника папоротникового (*Gluninosa-Alnetum filicosum*), покрывающего 7,2 % площади черноольховой формации в Полесье и занимающего в ней четвертое место по распространенности [4], не проводилось.

Продуктивность надземной фитомассы ЖНП лесных насаждений связана с его ценогическими показателями – видовым составом, общим проективным покрытием почвы (ОПП), обилием и морфометрическими характеристиками отдельных видов [2; 3; 5–8]. Процесс ее определения длительный и трудоемкий [5]. Установлено [2; 3; 6–8], что ЗНФ ЖНП наиболее тесно связан с его ОПП, которое определяется намного быстрее как посредством визуальной оценки классическими методами [5; 9–11], так и с применением современных цифровых технологий [5; 7; 12; 13]. Использование этого показателя дает возможностькратно ускорить определение ЗНФ ЖНП в лесном фитоценозе.

На величины ЗНФ и ОПП ЖНП влияет комплекс внешних экологических факторов – условия местопрорастания, видовой состав и структура лесного фитоценоза, характеристики отдельных его элементов (древостоя, подроста, подлеска) [14–19], погодноклиматические условия [17; 20; 21], определяющие световой, тепловой и водный режимы травяно-кустарничкового и мохового ярусов растительных сообществ. Существенное влияние на ценогические характеристики ЖНП черноольховых лесов оказывает потепление и аридизация климата в Полесье [22; 23] в совокупности с последствиями широкомасштабных гидротехнических мелиораций болот и заболоченных земель, проведенных в 1950–1980-х гг. [24].

Цель исследования – установить запас надземной фитомассы и общее проективное покрытие почвы нижних ярусов растительности в черноольшанике папоротниковом на юго-востоке Полесья, выявить связь между ними и определить влияющие на них факторы.

Материалы и методы исследования

Объект исследований – надземная фитомасса нижних ярусов растительности (НЯР), включающая травянистые и полукустарничковые виды растений [25] в насаждениях черноольшаника папоротникового на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ),

расположенного на крайнем юго-востоке Полесья в границах белорусского сектора зоны отчуждения (ЗО) Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), находящегося в зоне оптимального произрастания ольхи черной [26]. Ее насаждения в заповеднике в 2020 г. занимали 10,6 % лесопокрытой площади. Третья их часть (34,2 %) приходилась на папоротниковый тип леса.

В насаждениях черноольшаника папоротникового заложили 5 временных пробных площадей (ВПП) в соответствии с требованиями «Справочника таксатора» [Мирошников и др., 1980]. При расчете таксационных показателей использовали источник [27]. Исследования проведены в высоковозрастных высокополнотных насаждениях ольхи черной, преимущественно I класса бонитета (табл. 1).

Таблица 1

Таксационные показатели древостоев ольхи черной

Table 1

Taxation indicators of black alder stands

Шифр ВПП	Состав древостоя	Возраст, лет	Средние		Класс бонитета	Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, м ² /га	Полнота	Запас, м ³ /га	Среднее изменение запаса, м ³ /га
			Н, м	D, см						
Нп9-11	9Олч1Б+Д	51	23,5	22,1	I	864	33,4	0,89	376	7,4
Нп77-29	10Олч+Д,Б	62	24,4	28,7	I	568	36,0	0,96	434	7,0
Нп10-26	9Олч1Б+Д,Я	65	24,7	28,6	I	560	33,2	0,88	392	6,0
Бб11-20	10Олч+Б,Лп	70	28,0	32,0	I	504	39,2	0,98	540	7,7
Нп77-16	10Олч+Д,Б,Я	75	30,3	37,1	Ia	444	46,2	1,13	632	8,4

Учет подроста и подлеска проводили на 5 учетных площадках (УП) размером 5×5 м на каждой ВПП по видам растений в соответствии с ТКП 498-2013 (02080) «Радиационный мониторинг лесного фонда. Закладка постоянного пункта наблюдения. Порядок проведения».

Изучение характеристик НЯР проводили с 19.07 по 3.08.2023 г. в соответствии с методикой [10] путем закладки на каждой ВПП 20 УП размером 1×1 м. На каждой УП выявляли видовой состав сосудистых растений НЯР, уточняли его с помощью определителя [28], устанавливали их обилие в баллах по шкале Браун-Бланке [29], замеряли высоты растений каждого вида. ОПП оценивали с использованием цифровой фотографии в соответствии с работой [7].

Отбор образцов надземной фитомассы НЯР производили методом укосов на 10 УП (каждой четной) в соответствии с методическими указаниями [30] с разделением массы трав по видам. Предыдущим исследованием [3] установлено, что масса растений одного вида ЖНП с баллом обилия 1 и менее не превышает 10 % от общей в сообществе. Растения с таким обилием относили к категории «разнотравье» с объединением их в одну общую пробу согласно [31].

Образцы фитомассы в полевых условиях взвешивали в свежем состоянии; в лабораторных – высушивали до постоянного веса в сушильном шкафу при температуре 105 °С [32] и рассчитывали ЗНФ для каждой УП, ВПП и типа леса.

Обработку снимков и определение по ним ОПП производили с использованием компьютерных программ ACDSee Photo Manager 12, Corel Draw X3 и ImageJ.

Для каждой ВПП рассчитывали общую густоту и среднюю арифметическую высоту подроста и подлеска, средний балл обилия, среднюю высоту и встречаемость видов НЯР с баллом обилия 2 и выше, а также ОПП всеми видами растений.

Статистический анализ полученных данных производили с использованием программ *Microsoft Excel 2007* и *Statistica 6.0*.

Результаты исследования и их обсуждение

Запас надземной фитомассы. В черноольшанике папоротниковом средний арифметический ЗНФ НЯР (здесь и далее по тексту все доверительные интервалы на 95 % уровне значимости находятся в пределах выборок) составляет 574 кг/га при стандартной ошибке 41,7 кг/га и точности 7,3 %. Среднеарифметический ее диапазон по насаждениям варьирует в пределах 407–872 кг/га (табл. 2). Для сравнения отметим, что в черноольшанике кисличном Полесья ЗНФ ЖНП составлял 95, черничном – 288 [2], снытевом – 607 [3], крапивном – 730 и осоковом – 1110 [1] кг/га.

Таблица 2

Статистические показатели запаса надземной фитомассы
и общего проективного покрытия почвы нижними ярусами растительности

Table 2

Statistical indices of aboveground phytomass stock and total projective cover of soil by lower tiers of vegetation

Статистический показатель	На ВПП					В типе леса
	Нп9-11	Нп10-26	Нп77-16	Б611-20	Нп77-29	
Запас надземной фитомассы, кг/га						
<i>n</i>	10	10	10	10	10	50
min–max	135–779	109–813	233–1101	249–891	515–1725	109–1725
<i>Ci</i>	261–553	412–691	336–741	353–652	612–1132	491–658
<i>M ± m</i>	407 ± 64,6	551 ± 61,8	539 ± 89,5	503 ± 66,0	872 ± 115,0	574 ± 41,7
σ	204	195	283	209	364	295
<i>Cv</i>	50,1	35,3	52,5	41,5	41,7	51,3
<i>p</i>	15,9	11,2	16,6	13,1	13,2	7,3
Общее проективное покрытие почвы, %						
<i>n</i>	20	20	20	20	20	100
min–max	14–79	14–93	57–98	67–95	79–97	14–98
<i>Ci</i>	39–58	46–63	78–88	82–88	87–92	68–76
<i>M ± m</i>	48 ± 4,5	55 ± 3,9	83 ± 2,3	85 ± 1,6	90 ± 1,1	72 ± 2,2
σ	20	17	10	7	5	22
<i>Cv</i>	41,0	31,0	12,0	8,0	5,0	29,0
<i>p</i>	9,4	7,1	2,8	1,9	1,2	3,0

Примечание. *n* – количество наблюдений (УП), min и max – минимальное и максимальное значения, *Ci* – доверительный интервал на 95 % уровне значимости, *M* – среднеарифметическое значение, $\pm m$ – стандартная ошибка среднего значения, σ – средне-квадратическое отклонение, *Cv* – коэффициент вариации, %, *p* – точность исследования.

Для черноольшаника папоротникового характерен очень широкий размах колебаний частных определений ЗНФ НЯР на УП – 109–1725 кг/га, или 15,8 раза. Различия среднеарифметического количества фитомассы НЯР между ВПП составляют от 2,2 % до 2,1 раза. О высокой вариабельности анализируемого признака в типе леса свидетельствуют его высокие стандартное отклонение (295 кг/га) и коэффициент вариации (51,3 %). В более молодых лиственных фитоценозах на торфянисто-подзолисто-глееватых почвах Республики Коми (Россия) коэффициенты вариации данного показателя (21,3–35,3 %) в 1,4–2,4 раза ниже [8]. Тем не менее, пространственное распределение ЗНФ НЯР в типе леса можно считать вполне однородным, так как только одно насаждение (Нп77-29) достоверно отличается от остальных (табл. 3).

Таблица 3

Достоверность различий запаса надземной фитомассы (числитель)
и общего проективного покрытия почвы нижними ярусами растительности (знаменатель)

Table 3

Reliability of differences in aboveground phytomass stock (numerator)
and total projective cover of soil by lower tiers of vegetation (denominator)

ВПП	Нп9-11	Нп10-26	Нп77-16	Б611-20
Нп10-26	1,531 / 1,162	–	–	–
Нп77-16	1,135 / 6,823	0,105 / 6,188	–	–
Б611-20	0,986 / 7,611	0,504 / 7,113	0,307 / 0,714	–
Нп77-29	3,343 / 8,880	2,332 / 8,610	2,167 / 2,729	2,640 / 2,534

Примечание. Для всех вариантов сравнений ЗНФ критерий Стьюдента равен 2,101, ОПП – 2,024.

Общее проективное покрытие почвы НЯР. С высокой точностью (3,0 %) установлено, что среднее арифметическое значение ОПП НЯР в черноольшанике папоротниковом составляет $72 \pm 2,2$ % при коэффициенте вариации 29,0 % (табл. 2). Данному показателю свойственна пространственная неоднородность, на что указывают широкий размах колебания индивидуальных значений ОПП на УП (14–98 %) и средних на ВПП (48–90 %), высокие коэффициенты вариации средних величин в отдельных насаждениях. В 80 % случаев наблюдаются достоверные различия этого признака между насаждениями (табл. 3).

Связь ЗНФ с ОПП НЯР. Ненормальные распределения сравниваемых показателей (табл. 4) предопределили расчет статистической их взаимозависимости с применением непараметрического коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r).

Таблица 4

Проверка переменных на нормальность распределения

Table 4

Checking variables for normality of distribution

Параметр	Общее проективное покрытие	Запас надземной фитомассы
Критерий Шапиро – Уилка (W)	0,92	0,91
Уровень значимости (p), %	0,001	0,002

Установлена умеренная ($r = 0,36$) значимая ($p < 0,05$), здесь и далее по Чеддоку, корреляция ЗНФ НЯР с его ОПП для 50 УП и средняя ($r = 0,60$) незначимая ($p > 0,05$) – для 5 ВПП. Функциональная зависимость между этими признаками по данным 50 УП наиболее достоверно ($R^2 = 0,28$) аппроксимируется уравнением экспоненциальной кривой:

$$M = 183,21 \times \exp ^{(0,014 \times \text{ОПП})},$$

по данным 5 ВПП – уравнением полиномиальной кривой второй степени ($R^2 = 0,52$):

$$M = 0,51 \times \text{ОПП}^2 - 64,8 \times \text{ОПП} + 2428,$$

где M – запас надземной фитомассы НЯР, кг/га, ОПП – общее проективное покрытие, %.

Адекватность приведенных уравнений подтверждается статистически значимыми отличиями от 0 ($p < 0,05$) коэффициентов регрессий.

Отметим, что для 5 лиственных (березовых и черноольховых) насаждений Полесья получена линейная зависимость ОПП от продуктивности НЯР ($R^2 = 0,86$) [2].

Ценотическая характеристика НЯР. Видовой состав НЯР черноольшаника папоротникового в 2023 г. включал 44 вида растений [25]. Степень его включения в список флоры травянистых растений этого типа леса Беларуси, или индекс Симпсона (по [26]), составлял 53,3 %, Полесья (по [4]) – 21,0 %. В 2020 г. в этих насаждениях было зарегистрировано 35 видов [33], а приведенные выше индексы, рассчитанные по данным этой работы, составляли 27,0 и 28,8 % соответственно, что указывает на изменение видового состава НЯР во времени.

Согласно белорусским лесотипологическим таблицам [34], в черноольшанике папоротниковом основными индикаторными видами травянистых растений являются кочедыжник женский, недотрога обыкновенная, щитовник шартрский, крапива двудомная, таволга вязолистная, селезеночник очереднолистный, осоки сероватая и удлиненная, лютик ползучий, паслен сладко-горький, подмаренники болотный и цепкий, телиптерис болотный, вербейник обыкновенный, тростник. Из данного перечня для преобладающих видов этого типа леса в Полесье не указаны селезеночник, подмаренники и телиптерис, но отмечено присутствие зюзника европейского, осоки пузырчатой, касатика ложноаирowego, белокрыльника болотного, калужницы болотной [4]. Количество индикаторных видов в исследованных насаждениях составляет 53,3 % от их количества в типе леса [34], а число преобладающих видов – 75 % от числа таковых в черноольшаниках папоротниковых Полесья.

По обилию в 2023 г. в черноольшанике папоротниковом доминировали инвазионный вредоносный вид череда олиственная и аборигенный ниторофил крапива двудомная. Субдоминировали с ними или содоминировали в разных сочетаниях касатик ложноаировой, луговик дернистый, ежевика сизая, тростник обыкновенный, щитовники шартрский и мужской, шлемник обыкновенный, осоки ложносытевая и пузырчатая, подмаренник душистый. Содоминантами также являлись крапива двудомная и череда олиственная (табл. 5).

Таблица 5

Ценотическая характеристика преобладающих видов нижних ярусов растительности

Table 5

Cenotic characterization predominant species of lower tiers of vegetation

Вид растения	На ВПП										В типе леса	
	Нп9-11		Нп10-26		Нп77-16		Б611-20		Нп77-29			
	$\frac{V}{H}$	$\frac{A}{M}$	$\frac{V}{H}$	$\frac{A}{M}$	$\frac{V}{H}$	$\frac{A}{M}$	$\frac{V}{H}$	$\frac{A}{M}$	$\frac{V}{H}$	$\frac{A}{M}$	$\frac{V}{H}$	$\frac{M}{M(\%)}$
Луговик дернистый	$\frac{45}{36,2}$	$\frac{\pm}{83,8}$	$\frac{90}{59,4}$	$\frac{2}{414,2}$	—	—	—	—	$\frac{15}{80,7}$	$\frac{2}{159,1}$	$\frac{30}{58,8}$	$\frac{131,4}{22,9}$
Черда олиственная	—	—	—	—	$\frac{100}{54,3}$	$\frac{3}{85,1}$	$\frac{100}{53,5}$	$\frac{4}{218,3}$	$\frac{90}{74,2}$	$\frac{2}{124,1}$	$\frac{58}{60,7}$	$\frac{85,5}{14,9}$
Ежевика сизая	$\frac{5}{28,0}$	$\frac{2}{—}$	$\frac{55}{39,5}$	$\frac{1}{—}$	$\frac{90}{25,4}$	$\frac{2}{139,7}$	$\frac{50}{28,5}$	$\frac{1}{25,2}$	$\frac{95}{26,4}$	$\frac{2}{215,0}$	$\frac{59}{29,6}$	$\frac{76,0}{13,2}$
Тростник обыкновенный	—	—	—	—	$\frac{40}{156,5}$	$\frac{2}{125,4}$	—	—	$\frac{15}{185,7}$	$\frac{2}{87,0}$	$\frac{11}{171,1}$	$\frac{42,5}{7,4}$
Крапива двудомная	$\frac{20}{14,0}$	$\frac{1}{—}$	—	—	$\frac{100}{10,0}$	$\frac{3}{44,9}$	$\frac{80}{7,1}$	$\frac{1}{15,4}$	$\frac{100}{35,4}$	$\frac{2}{80,9}$	$\frac{60}{16,6}$	$\frac{28,2}{4,9}$
Касатик ложноаировый	$\frac{10}{102,5}$	$\frac{2}{16,7}$	—	—	$\frac{10}{115,0}$	$\frac{2}{38,6}$	$\frac{10}{103,5}$	$\frac{2}{26,7}$	$\frac{10}{104,0}$	$\frac{2}{36,3}$	$\frac{8}{106,2}$	$\frac{23,7}{4,1}$
Зюзник европейский	—	—	—	—	$\frac{35}{21,4}$	$\frac{\pm}{—}$	$\frac{80}{42,2}$	$\frac{1}{38,1}$	$\frac{75}{29,3}$	$\frac{1}{78,9}$	$\frac{31}{38,0}$	$\frac{23,4}{4,1}$
Осока ложносытевая	$\frac{65}{61,9}$	$\frac{2}{99,2}$	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{13}{61,9}$	$\frac{19,8}{3,5}$
Осока пузырчатая	—	—	$\frac{70}{50,4}$	$\frac{2}{83,0}$	—	—	—	—	—	—	$\frac{14}{50,4}$	$\frac{16,6}{2,9}$
Осока пепельно-серая	$\frac{15}{27,7}$	$\frac{1}{59,6}$	—	—	—	—	$\frac{30}{24,3}$	$\frac{\pm}{—}$	$\frac{10}{30,0}$	$\frac{1}{—}$	$\frac{11}{27,3}$	$\frac{11,9}{2,1}$
Щитовник шартрский	$\frac{55}{21,5}$	$\frac{1}{50,9}$	$\frac{15}{27,0}$	$\frac{2}{6,0}$	—	—	—	—	$\frac{10}{26,0}$	$\frac{2}{—}$	$\frac{16}{24,8}$	$\frac{11,4}{2,0}$
Вейник седеющий	—	—	—	—	$\frac{50}{28,1}$	$\frac{\pm}{—}$	$\frac{60}{40,4}$	$\frac{1}{56,3}$	—	—	$\frac{22}{34,3}$	$\frac{11,3}{2,0}$
Подмаренник душистый	$\frac{10}{22,5}$	$\frac{2}{4,6}$	$\frac{5}{4,0}$	$\frac{r}{—}$	$\frac{35}{17,0}$	$\frac{\pm}{22,6}$	$\frac{40}{16,6}$	$\frac{1}{—}$	$\frac{25}{7,6}$	$\frac{\pm}{—}$	$\frac{25}{13,3}$	$\frac{5,4}{0,9}$
Калужница болотная	—	—	—	—	—	—	$\frac{15}{46,0}$	$\frac{2}{17,4}$	$\frac{5}{19,0}$	$\frac{1}{—}$	$\frac{4}{32,5}$	$\frac{3,5}{0,6}$
Шлемник обыкновенный	$\frac{70}{12,6}$	$\frac{\pm}{3,5}$	—	—	$\frac{15}{36,0}$	$\frac{2}{—}$	$\frac{15}{21,0}$	$\frac{\pm}{—}$	$\frac{40}{19,8}$	$\frac{2}{11,2}$	$\frac{28}{22,3}$	$\frac{2,9}{0,5}$
Щитовник мужской	—	—	—	—	$\frac{10}{35,0}$	$\frac{2}{5,5}$	$\frac{10}{24,0}$	$\frac{2}{7,7}$	$\frac{5}{19,0}$	$\frac{2}{—}$	$\frac{5}{26,0}$	$\frac{2,6}{0,5}$
Горец мягкий	$\frac{35}{12,6}$	$\frac{\pm}{—}$	—	—	$\frac{85}{26,3}$	$\frac{1}{2,9}$	$\frac{15}{20,3}$	$\frac{r}{—}$	$\frac{30}{28,8}$	$\frac{1}{8,3}$	$\frac{33}{22,0}$	$\frac{2,2}{0,4}$
Ежевика скальная	$\frac{35}{14,1}$	$\frac{\pm}{6,1}$	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{7}{14,1}$	$\frac{1,2}{0,2}$
Запас надземной фито-массы разнотравья	—	82,5	—	48,2	—	73,8	—	97,5	—	71,4	—	$\frac{74,7}{13,0}$
Итого запаса надземной фитомассы	—	406,9	—	551,4	—	538,5	—	502,6	—	872,2	—	$\frac{574,3}{100,0}$

Примечание. V – встречаемость, %; H – средняя высота, см; A – обилие по шкале Браун-Бланке (r – вид чрезвычайно редок с незначительным покрытием); $+$ – вид встречается редко, степень покрытия мала; 1 – количество особей велико, степень покрытия мала или особей мало, но покрытие большое; 2 – количество особей велико, проективное покрытие 5–25 %; 3 – число особей любое, проективное покрытие 25–50 %; 4 – число особей любое, проективное покрытие 50–75 %; M – запас абсолютно сухой надземной фитомассы, кг/га; $M(\%)$ – то же в процентах от общего.

Наибольшей встречаемостью (61 %) выделялся вербейник обыкновенный. У ежевики сизой, череды олиственной и крапивы двудомной этот показатель находился на уровне 58–60 %. Высокая встречаемость (43 %) отмечена у герани Роберта. Частота встречаемости 6 видов составляла 21–40 %, еще 6 – 11–20 %, 27 – 1–10 %.

Запас надземной фитомассы НЯР формируют 18 видов растений, суммарно аккумулирующие 87 % общей органической массы яруса. Почти половина ее (58,4 %) приходится на 4 вида растений (луговик дернистый, череда олиственная, ежевика сизая и тростник обыкновенный), четвертая часть (25,5 %) – на 8 видов (крапива двудомная, касатик ложноаировый, зюзник европейский, осоки ложносытевую, пузырчатую и пепельно-серую, щитовник шартрский и вейник седеющий), 3,1 % – на остальные 6 видов (табл. 5).

На прочие 26 видов (29,9 % от общего их количества в типе леса), представляющие «разнотравье», приходится 13 % ЗНФ НЯР с вариацией по насаждениям от 8,2 до 19,4 % (табл. 6).

Таблица 6

Характеристика разнотравья

Table 6

Characteristics of various grasses

Шифр ВПП	Количество видов			Надземная фитомасса разнотравья, %
	всего	в том числе разнотравья		
		штук	%	
Нп9-11	19	11	57,9	17,9
Нп10-26	6	3	50,0	8,7
Нп77-16	23	15	65,2	13,7
Б611-20	23	15	65,2	19,4
Нп77-29	27	18	66,7	8,2
В типе леса	44	26	59,9	13,0

Морфометрические характеристики отдельных видов НЯР в значительной мере определяют их обилие и влияют на накопление надземной фитомассы [3; 5]. В черноольшанике папоротниковом крупные виды НЯР характеризуются, как правило, более высоким обилием. Поэтому на 3 высокорослых вида (череда олиственная, тростник обыкновенный и касатик ложноаировый) приходится 26,4 % ЗНФ (табл. 5).

В соответствии с [35] установлено, что из 18 основных видов НЯР в верхнем подъярусе (60 см и выше) располагаются 7 видов растений средней высотой 91,4 см с дифференциацией по видам от 60,2 до 178,6 см, на которые приходится 59,7 % общего ЗНФ. Средний подъярус (30–60 см) представлен 4 видами средней высотой 44,4 см и колебанием высот отдельных видов в диапазоне 30,9–59,0 см, в котором содержится 17,8 % надземной фитомассы яруса. В нижнем подъярусе (до 30 см), состоящем из 7 видов средней высотой 25,6 (21,0–30,0) см, депонировано 9,5 % сухого органического вещества.

Влияние внешних факторов на ЗНФ и ОПП НЯР. Высокая пространственная неоднородность и изменчивость ценотических характеристик НЯР в насаждениях черноольшаника папоротникового обусловлена влиянием внешних экологических факторов, за исключением прямого антропогенного воздействия по причине отсутствия хозяйственной деятельности в течение 37 лет из-за высокого радиоактивного загрязнения местности. В лесных фитоценозах ведущим фактором, лимитирующим рост и развитие НЯР, является освещенность его поверхности, которая зависит от характеристик древесного и подростово-подлесочного ярусов насаждений.

Древостой. Наибольшее влияние на ценотические характеристики НЯР оказывают полнота и породный состав древостоев, определяющие сомкнутость древесного полога и регулирующие поступление под него тепла, света и влаги [14–19]. Ольха черная – средне светолюбивая порода [36]. Протяженности крон ее высоковозрастных насаждений составляет 35 % [26]. Под их пологом обеспечиваются вполне приемлемые условия для роста и развития нижних ярусов растительности [37]. Наличие теневыносливых пород в составе древостоев способствует снижению ОПП НЯР [3].

Исследуемые древостои черноольшаника папоротникового (табл. 1) по основным таксационным показателям близки к нормальным насаждениям [27]. В насаждениях с единичным участием в составе других древесных пород ОПП НЯР составляет 83–90 %, а в древостоях с 10 % долей березы и единичной примесью дуба и ясеня – 48–55 % (табл. 2 и 7). Однако эта доля примеси в составе древостоев вряд ли

оказывает значимое влияние на ОПП. Существенной разницы в ЗНФ НЯР между этими насаждениями не наблюдается.

Установлены незначимые ($p > 0,05$) средние и высокие корреляции Пирсона, умеренные и средние корреляции Спирмена ОПП НЯР с таксационными показателями древостоев. Очевидно, что наибольшее влияние на ОПП НЯР оказывает их густота, очень тесно коррелирующая с возрастом (r -Пирсона = $-0,96$). Вероятно поэтому наиболее низкое покрытие почвы травяным покровом наблюдается в самом густом насаждении наименьшего возраста (ВПП Нп9-11). Связи ЗНФ с таксационными характеристиками древостоя не выявлены (табл. 7).

Таблица 7

Коэффициенты корреляции Пирсона (числитель)/Спирмена (знаменатель)
показателей нижних ярусов растительности и древостоя ($n = 5$)

Table 7

Pearson (numerator)/Spearman (denominator) correlation coefficients of lower tiers of vegetation and forest stand ($n = 5$)

Показатели	Таксационные показатели древостоев						
	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, м ² /га	Полнота	Запас, м ³ /га
Проективное покрытие, %	0,66/0,30	0,57/0,30	0,70/0,60	-0,74/-0,30	0,63/0,50	0,67/0,50	0,67/0,60
Запас фитомассы, кг/га	0,11/0,10	-0,16/0,10	0,15/0,20	-0,35/-0,10	-0,02/-0,10	0,0/-0,10	-0,05/0,20

Подрост и подлесок существенно снижают ОПП [3] и ЗНФ [38] НЯР в лесных сообществах через конкурентные взаимоотношения и ухудшение светового довольствия. В исследованных насаждениях подрост редкий в основном крупный; густота подлеска варьирует от редкого до очень густого при высоте 0,8–1,8 м (табл. 8). В насаждениях с наибольшим суммарным количеством подроста и подлеска (ВПП Нп9-11 и Нп10-26) наблюдаются наименьшие показатели ОПП (табл. 2).

Таблица 8

Характеристика подроста и подлеска

Table 8

Characteristics of undergrowth and underforest

Элемент фитоценоза	Характеристики	На временных пробных площадях					В типе леса
		Нп9-11	Нп10-26	Нп77-16	Бб11-20	Нп77-29	
Подрост	Общая густота, шт./га	1440	1520	960	560	400	976
	Средняя высота, м	2,31	1,59	0,69	2,33	1,98	1,78
Подлесок	Общая густота, шт./га	5840	30000	1680	5760	1840	9024
	Средняя высота, м	1,24	1,39	1,51	0,78	1,81	1,34

Установлена обратная средняя ($r = -0,65$) незначимая ($p > 0,05$) корреляция Пирсона густоты подроста с ЗНФ НЯР и очень высокая ($r = -0,94$) значимая ($p < 0,05$) – с ОПП. Густота подлеска незначимо коррелирует с ОПП НЯР ($r = -0,58$) и абсолютно не связана с запасом его фитомассы ($r = -0,19$). Суммарная густота подроста и подлеска имеет среднюю связь с ОПП НЯР ($r = -0,60$) и абсолютно не влияет на запас фитомассы ($r = -0,21$). Полученные зависимости и сопоставление данных табл. 2 и 8 свидетельствуют о существенном влиянии подроста и подлеска на ОПП НЯР и малозначимом – на их ЗНФ.

Эдафические условия для типа леса априори являются константными. Черноольшаник папоротниковоый характеризуется типом лесорастительных условий C_4 [26]. В Полесье его насаждения локализованы в понижениях и оторфованных ложбинах со среднеобводненными слабодренированными торфянисто-и тофяно-глеевыми, торфяными маломощными почвами [4].

Исследованные насаждения различаются по водообеспеченности и водному режиму почв, что обусловлено последствиями осушительной мелиорации и приуроченностью их к различным геоморфологическим структурам. Так, в 1950–1980-е гг. было осушено 85 тыс. га, или 39,3 % современной территории заповедника [39] с образованием густой (1,1 км/км²) гидрографической сети, что привело к устойчивому понижению уровней грунтовых вод и нарушению их режимов на сопредельных территориях, в том числе

и в черноольшаниках. Насаждения ВПП Нп9-11 и Нп10-26 расположены на переходе Хойникской водно-ледниковой равнины к долине р. Припять и характеризуются несколько повышенным местоположением по рельефу и нахождением в зоне осушительной сети (0,8 и 1,1 км до ближайшего канала). Согласно исследованиям [40], ее влияние на уровни грунтовых вод сопредельных территорий может достигать 4–5 км и более. Поэтому в этих насаждениях происходит более ранний спад талых поверхностных и более быстрое опускание уровней грунтовых вод.

Ниже по рельефу находятся насаждения ВПП Нп77-16, Бб11-20 и Нп77-29, приуроченные к понижениям второй надпойменной террасы р. Припять. Их пониженное местоположение, сливание подземных вод различных толщ в единый горизонт безнапорных вод в пределах надпойменных террас Припяти [41] и нахождение вне зоны влияния гидромелиоративной сети обеспечивают более длительное стояние талых вод на поверхности почвы и медленное их снижение со временем.

Погодно-климатические условия. Обводненность почв в черноольшаниках определяют грунтовые воды. В черноольшанике касатиковом, близком по лесорастительным условиям к черноольшанику папоротниковому [34], их уровни в годовых циклах формируют атмосферные осадки, а пополнение происходит в осенне-зимний и весенний периоды [1].

В заповеднике в 2014–2022 гг. в сравнении с предыдущим периодом (1997–2012 гг.) существенно выросла средняя температура воздуха и на 25 % уменьшился коэффициент увлажнения территории (табл. 9). За это время в черноольшаниках папоротниковых произошла сильная сработка запасов грунтовых вод и устойчивое опускание их уровней; поверхность почв практически не затапливалась, летом и осенью наблюдалось иссушение верхних ее слоев.

Таблица 9

Показатели тепло- и влагообеспеченности территории

Table 9

Indicators of heat and moisture availability of the territory

Период, год, месяц	Метеорологические показатели		
	средняя температура воздуха, °C	количество осадков, мм	коэффициент увлажнения территории (по Иванову)
1997–2012 [по 42])	7,8	609	1,05
2014–2022	8,8	586	0,79
2022	8,4	698	0,87
VIII 2022–VII 2023	9,9	554	0,84
В том числе: VIII 2022	21,3	24	0,19
IX 2022	11,2	139	3,30
X 2022	9,3	95	2,59
XI 2022	2,5	54	3,83
XII 2022	–1,7	56	4,46
I 2023	–0,7	21	1,45
II 2023	–1,4	26	1,27
III 2023	3,6	50	1,33
IV 2023	9,6	37	0,59
V 2023	14,6	6	0,05
VI 2023	18,7	42	0,39
VII 2023	20,0	62	0,64
IX 2022–VII 2023	7,8	673	1,20
VIII 2022– IV 2023	6,0	502	1,42
Вегетационный период (V–VII 2023)	18,9	72	0,21

Примечание. За 1997–2021 гг. данные научно-исследовательской станции «Масаны» заповедника, 2022 и 2023 гг. – метеостанции «Брагин» Белгидромета.

Известно [20; 21], что ЗНФ и ОПП НЯР определяет погода текущего вегетационного периода и предыдущего года. Предшествовавший исследованиям 2022 г. и период с VIII 2022 по VII 2023 гг. были теплыми с повышенным увлажнением территории в сравнении с 2014–2022 гг. За сентябрь–ноябрь 2022 г. выпало 52 % осадков, до начала вегетации (за VIII 2022–IV 2023 гг.) – 92 % от общего за анализируемое время (табл. 9). Большое количество поступившей с сентября по март атмосферной влаги при отрицательных зимних температурах обеспечили накопление значительного запаса влаги в черноольшаниках. Весной 2023 г. в насаждениях папоротникового типа леса восстановились запасы грунтовых вод, поднялись их уровни, произошло весеннее затопление поверхности почвы. Дефицит почвенной влаги, образовавшийся за время многолетней засухи, был устранен. Несмотря на теплый и сухой вегетационный период года исследований (табл. 9), почва все лето была перенасыщена влагой.

На ВПП Нп77-16, Бб11-20 и Нп77-29 поверхностные воды в нанопонижениях стояли до конца июля – начала августа, верхние слои почвы были переувлажнены. И если в 2020 г. в составе флоры НЯР черноольшаника папоротникового преобладали мезофитные виды растений [33], то в 2023 г. были зарегистрированы влаголюбивые виды – горец земноводный, звездчатка болотная, камыш лесной, окопник лекарственный, частуха подорожниковая, чистец болотный, поручейник широколистный. Наблюдалась задержка в росте и развитии весьма распространенного в последние годы в типе леса мезофитного вида – крапивы двудомной. Ее средняя высота на конец июля – начало августа составляла в среднем 27,4 см, что отразилось на небольшой ее доле в составе ЗНФ яруса (4,9 %). В то же время широко расселился мезогигрофит череды олистенная (табл. 5). Так, в 2024 г. по глазомерной оценке ее проективное покрытие на ВПП Нп77-29 составляло 90–95 %.

На ВПП Нп9-11 и Нп10-26 погодные условия меньше отразились на режиме грунтовых вод. Из-за повышенного местоположения и относительной близости осушительной сети вода с поверхности почвы в них ушла раньше. Видовой состав НЯР в этих насаждениях более бедный. Основную часть фитомассы в них формируют луговик дернистый, осоки и разнотравье (табл. 5). Колебание микрорельефа и наличие мочажин на ВПП Нп9-11 стало одной из причин пространственного различия видового состава растений и низких показателей ЗНФ и ОПП НЯР в насаждении.

Степень взаимовключения списков флоры НЯР черноольшаника папоротникового 2020 и 2023 гг. составляет 78,1 %, коэффициент сходства флоры этих лет (по Жаккару) – 0,48, индекс Чекановского – Сьеренсена – 0,66, что указывает на существенное изменение их видового состава.

Зоологический фактор. На ВПП Нп9-11 и Нп10-26 произошло снижение ОПП и ЗНФ НЯР по причине существенной «выбитости» травяной растительности на многочисленных тропах диких копытных животных, которые включались в УП.

Как следует из вышеизложенного, в каждом насаждении ЗНФ и ОПП НЯР определяет конкретная группа экологических факторов.

Заключение

Запас абсолютно сухой надземной фитомассы НЯР в высоковозрастных черноольшаниках папоротниковых ЗО ЧАЭС, расположенной на юго-востоке Белорусского Полесья, в условиях отсутствия прямого антропогенного влияния составляет в среднем 574 кг/га, ОПП – 72 %. Оба показателя характеризуются высокой пространственной вариабельностью. Между ними наблюдается средняя корреляционная связь.

Видовой состав НЯР небогат, изменив в пространстве и времени. Доминируют вредоносный инвазионный вид череды олистенная и аборигенный нитрофил крапива двудомная, или несколько видов содоминируют в разных сочетаниях.

Основной ЗНФ НЯР в типе леса (87 %) формируют 18 (41 % от общего количества) видов растений. Большую его часть (58,4 %) содержат 4 вида, в том числе 3 высокорослых (26,4 %), четвертую часть – 8 видов и 3,1 % – 6. На 26 видов группы «разнотравье» приходится 13,0 % общей надземной фитомассы. Растения верхнего подъяруса НЯР формируют 59,7 % общего ЗНФ, среднего – 17,8, нижнего – 9,5 %.

ЗНФ и ОПП НЯР, их изменчивость и пространственное распределение в насаждениях обусловлены влиянием комплекса взаимосвязанных экологических факторов. Наиболее значимыми являются породный состав и густота древостоя, густота подроста и подлеска, эдафические и погодно-климатические условия, близость объектов осушительной сети, присутствие диких копытных. При сходных лесорастительных условиях и близких по силе внешних воздействиях существенную роль в формировании ОПП и накоплении ЗНФ играют видовой состав, обилие, встречаемость и размеры преобладающих видов НЯР.

Библиографические ссылки

1. Бойко АВ, Смольский НВ, Сидорович ЕА, Евсиевич КМ, Лознуха ИВ, Арабей НМ, Кирковский КК, Суровая ТП, Счастный АК. *Экспериментальные исследования ландшафтов Припятского заповедника*. Минск: Наука и техника; 1976. 304 с.
2. Пехота АП, Мижуй СМ, Бруй ДВ. Продуктивность живого напочвенного покрова лиственных лесов республиканского заказника «Стрельский». *Проблемы лесоведения и лесоводства*. 2021;81:274–281.
3. Углынец АВ, Шумак СВ, Гарбарук ДК. Запас надземной фитомассы и ценотическая характеристика живого напочвенного покрова черноольшаника снытевого в зоне отчуждения Чернобыльской атомной электростанции. *Труды БГТУ. Серия 1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов*. 2024;2(282):56–66. DOI: 10.52065/2519-402X-2024-7.
4. Юркевич ИД, Ловчий НФ, Гельтман ВС. *Леса Белорусского Полесья (геоботанические исследования)*. Минск: Наука и техника; 1977. 288 с.
5. Ермолова ЛС. Подходы к определению фитомассы напочвенного покрова в лесу (обзор методов). *Растительные ресурсы*. 2022;58(2):197–216. DOI: 10.31857/S0033994622020054.
6. Ипатов ВС. О корреляции между проективным покрытием и весом травянистых растений. *Ботанический журнал*. 1962;XLVII:991–992.
7. Трофимова ИЛ, Шевелина ИВ, Нагимов ЗЯ, Алиева ТМ. Фитомасса живого напочвенного покрова в сосняках зеленой зоны г. Екатеринбурга. *Современные проблемы науки и образования* [Интернет, процитировано 01 ноября 2024]. 2014;1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=12075>.
8. Пристова ТА. Динамика надземной фитомассы живого напочвенного покрова в лиственных фитоценозах послерубочного происхождения. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2019;2(2):204–209.
9. Ипатов ВС, Мишин ДМ. *Описание фитоценоза*. Санкт-Петербург: СПбГУ; 2008. 70 с.
10. Воронов АГ. *Геоботаника*. Москва: Высшая школа; 1973. 384 с.
11. Ярошенко ПД. *Геоботаника*. Москва: Просвещение; 1969. 200 с.
12. Козьяков СН, Козьяков АС, Кональчук ВК. Определение запасов сырья полезных растений методом фотоплощадок. *Растительные ресурсы*. 1984;20(4):569–572.
13. Бузук ГН. Определение проективного покрытия и урожайности при использовании фототочек (photo point method). *Вестник фармации*. 2013;3:74–80.
14. Банникова ИА. Влияние древесной и кустарниковой растительности на развитие нижних ярусов лесных биогеоценозов. Москва: Наука; 1967. 103 с.
15. Власова НА. Фитомасса и пространственное распределение живого напочвенного покрова сосняков зеленомошной группы типов леса Марийского Заволжья [автореферат диссертации]. Йошкар-Ола: МарГТУ; 2007. 25 с.
16. Лебедева ВХ, Тиходеева МЮ, Ипатов ВС. Влияние деревьев на напочвенный покров в осиннике черничном. *Ботанический журнал*. 2008;93(7):996–1010.
17. Ковылина ОП, Ковылин НВ, Сухенко НВ. Исследование роста защитных лесных полос разного видового состава в Ширинской степи Хакасии. *Хвойные бореальной зоны*. 2011;XXVIII(1–2):27–33.
18. Гончарова ИА, Кириенко МА. Структура живого напочвенного покрова под пологом различных древесных видов в дендрарии Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН. *Сибирский лесной журнал*. 2023;5:75–82.
19. Малиновских АА. Влияние уровня освещенности под пологом леса на урожайность брусники в условиях Средне-Обского бора Алтайского края. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2016;4(138):105–109.
20. Жуйкова ВА, Жуйкова ТВ, Мелинг ЭВ. Изучение надземной фитомассы луговых сообществ при сочетанном действии химического загрязнения и погодно-климатических факторов. В: *Антропогенная трансформация природной среды. Материалы Международной конференции, г. Пермь, 18–21 октября 2010 г.* Пермь: Пермский государственный университет; 2010;1(1):287–293.
21. Николаева СА, Климова НВ. Сезонная динамика травяного яруса лиственно-сосновых травяных сообществ в пригородных лесах г. Томска. *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 2010;1(9):78–92.
22. Логинов ВФ, Лысенко СА, Мельник ВИ. *Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования*. Минск: Энциклопедикс; 2020. 264 с.
23. Бровка ЮА, Буяков ИВ. Изменение гидротермического коэффициента и повторяемости экстремальных условий увлажнения на территории Беларуси в период потепления климата. *Природопользование*. 2020;2:5–18. DOI: 10.47612/2079-3928-2020-2-5-18.
24. Лиштван ИИ, Горбутович ГД, Ярошевич ЛМ. Охрана окружающей среды в связи с мелнирацией Полесской низменности. *Проблемы Полесья*. 1987;11:3–10.
25. Шумак СВ, Турчин ЛМ. Анализ ценофлоры живого напочвенного покрова в типе леса черноольшаник папоротниковый в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике. *Ботаника (исследования)*. 2024;54:144–150.
26. Юркевич ИД, Гельтман ВС, Ловчий НФ. *Типы и ассоциации черноольховых лесов (По исследованиям в БССР)*. Минск: Наука и техника; 1968. 376 с.
27. Кузьменков МВ, Кулагин АП, Таркан АВ, Бузуновский РС. *Таксационно-лесоустроительный справочник*. Минск: Лесное и охотничье хозяйство; 2019. 335 с.
28. Сауткина ТА, Третьяков ДИ, Зубкевич ГИ, Козловская НВ, Парфенов ВИ, Блажевич РЮ, Скуратович АН, Дмитриева СА, Семеренко ЛВ, Симонович ЛГ, Швеиц ИВ, Млынарчик МП, Яковлева ИМ, Вынаев ГВ, Джус МА, Тихомиров ВН, Дубовик ДВ, Мазан ИФ, Побируще ВФ. *Определитель высших растений Беларуси*. Минск: Дизайн ПРО; 1999. 472 с.
29. Браун Д. *Методы исследования и учета растительности*. Москва: Издательство иностранной литературы; 1957. 316 с.
30. Родин ЛЕ, Ремезов НП, Базилевич НИ. *Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах*. Ленинград: Наука; 1967. 145 с.
31. Базилевич НИ, Титлянова АА, Смирнов ВВ, Родин ЛЕ, Нечаева НТ, Левин ФИ. *Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах*. Москва: Мысль; 1978. 184 с.
32. Бунькова НП, Залесова СВ, Залесова ЕС, Магасумова АГ, Сипенко РА. *Основы фитомониторинга*. Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет; 2020. 90 с.

33. Шумак СВ, Углынец АВ. Современный живой напочвенный покров в черноольшаниках Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. *Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. Естественные науки*. 2022;6(135):66–71.
34. Юркевич ИД. *Выделение типов леса при лесоустроительных работах*. Минск: Наука и техника; 1980. 120 с.
35. Шенников АП. *Введение в геоботанику*. Ленинград: Издательство ЛГУ; 1964. 447 с.
36. Иванов АФ. *Биология древесных растений*. Минск: Наука и техника; 1975. 264 с.
37. Кудин МВ, Углынец АВ, Гарбарук ДК. Предварительное естественное возобновление леса в высоковозрастных черноольшаниках зоны отчуждения Чернобыльской АЭС. *Труды БГТУ. Серия 1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов*. 2017;2(198):64–72.
38. Саевич КФ. Влияние подроста и подлеска на фитомассу живого напочвенного покрова. *Лесоведение и лесное хозяйство*. 1986;21:38–40.
39. Кудин МВ. Современное состояние сосновых лесов белорусского сектора зоны отчуждения Чернобыльской АЭС. *Проблемы лесоведения и лесоводства*. 2015;75:468–479.
40. Смольский НВ. *Комплексные экспериментальные исследования ландшафтов Белоруссии*. Минск: Наука и техника; 1973. 312 с.
41. Лавров АП, Фадеева МВ, Сачок ГИ, Ваховский АП. Особенности формирования режима подземных вод и его прогноз. *Проблемы Полесья*. 1973;2:14–54.
42. Марченко ЮД. Погодно-климатические условия в ближней зоне Чернобыльской АЭС. *Экосистемы и радиация: аспекты существования и развития*. 2013;2:32–45.

References

1. Boiko AV, Smol'skii NV, Sidorovich EA, Evsievich KM, Loznukho IV, Arabei NM, Kirkovskii KK, Surovaya TP, Schastnyi AK. *Eksperymental'nye issledovaniya landshaftov Pripyatskogo zapovednika* [Experimental studies of landscapes of the Pripyatsky Reserve]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1976. 304 p. Russian.
2. Pekhota AP, Mizhuy SM, Bruy DV. *Produktivnost' zhivogo napochvennogo pokrova listvennykh lesov respublikanskogo zakaznika «Strel'skii»* [Biological productivity of deciduous forests of the Republican Reserve «Strel'sky»]. *Problemy lesovedeniya i lesovodstva*. 2021;81:274–281. Russian.
3. Uglyanets AV, Shumak SV, Garbaruk DK. *Zapas nadzemnoi fitomassy i tsenoticheskaya kharakteristika zhivogo napochvennogo pokrova chernool'shanika snyteвого v zone otchuzhdeniya Chernobyl'skoi atomnoi elektrostantsii* [The stock of aboveground phytomass and cenotic characteristics of the living ground cover of the goutweed Black alder forest type in the Chernobyl Nuclear Power Plant Exclusion Zone]. *Trudy BGTU. Seriya 1. Lesnoe khozyaistvo, prirodopol'zovanie i pererabotka vobnovlyaemykh resursov*. 2024;2(282):56–66. Russian. DOI: 10.52065/2519-402X-2024-7.
4. Yurkevich ID, Lovchii NF, Gel'tman VS. *Lesa Belorusskogo Poles'ya (geobotanicheskie issledovaniya)* [Forests of Belarusian Polesie (geobotanical studies)]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1977. 288 p. Russian.
5. Ermolova LS. *Podkhody k opredeleniyu fitomassy napochvennogo pokrova v lesu (obzor metodov)* [Approaches to the Assessment of the Forest Herbaceous Layer Phytomass (Methods Review)]. *Rastitel'nye resursy*. 2022;58(2):197–216. Russian. DOI: 10.31857/S0033994622020054.
6. Ipatov VS. *O korrelyatsii mezhdru proektivnym pokrytiem i vesom travyanistykh rastenii* [On the correlation between projective cover and weight of herbaceous plants]. *Botanicheskii zhurnal*. 1962;XLVII:991–992. Russian.
7. Trofimova IL, Shevelina IV, Nagimov ZYa, Alieva TM. *Fitomassa zhivogo napochvennogo pokrova v sosnyakh zelenoi zony g. Ekaterinburga* [Phytomass of alive ground cover in pine forests of green space of Yekaterinburg]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Internet, cited 2024 November 01]. 2014;1. Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=12075>.
8. Pristova TA. *Dinamika nadzemnoi fitomassy zhivogo napochvennogo pokrova v listvennykh fitotsenozakh poslerubochnogo proiskhozhdeniya* [Dynamics of phytomass of ground vegetation cover plants in post-harvest origin deciduous forests of the middle taiga]. *Izvestiya Samarского nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*. 2019;2(2):204–209. Russian.
9. Ipatov VS, Mirin DM. *Opisanie fitotsenozov* [Description of phytocenosis]. Saint Petersburg: SPbGU; 2008. 70 p. Russian.
10. Voronov AG. *Geobotanika* [Geobotany]. Moscow: Vysshaya shkola; 1973. 384 p. Russian.
11. Yaroshenko PD. *Geobotanika* [Geobotany]. Moscow: Prosveshchenie; 1969. 200 p. Russian.
12. Koz'yakov SN, Koz'yakov AS, Konoval'chuk VK. *Opredelenie zapasov syr'ya poleznykh rastenii metodom fotoploshchadok* [Determination of raw material stocks of useful plants using the photo-plot method]. *Rastitel'nye resursy*. 1984;20(4):569–572. Russian.
13. Buzuk GN. *Opredelenie proektivnogo pokrytiya i urozhainosti pri ispol'zovanii fototochek (photo point method)* [Determination of the projective cover and productivity when using photo points (photo points method)]. *Vestnik farmatsii*. 2013;3:74–80. Russian.
14. Bannikova IA. *Vliyanie drevesnoi i kustarnikovoii rastitel'nosti na razvitie nizhnikh yarusov lesnykh biogeotsenozov* [Influence of tree and shrub vegetation on the development of lower layers of forest biogeocenoses]. Moscow: Nauka; 1967. 103 p. Russian.
15. Vlasova NA. *Fitomassa i prostranstvennoe raspredelenie zhivogo napochvennogo pokrova sosnyakov zelenomoshnoi gruppy tipov lesa Mariiskogo Zavolzh'ya* [Phytomass and spatial distribution of living ground cover of pine forests of green-moss forest types of the Mari Volga region [PhD thesis]. Yoshkar-Ola: MarGTU; 2007. 25 p. Russian.
16. Lebedeva VKh, Tikhodeeva MYu, Ipatov VS. *Vliyanie derev'ev na napochvennyi pokrov v osinnike chernichnom* [The effect of the tree layer on the soil cover in the bilberry aspen forest]. *Botanicheskii zhurnal*. 2008;93(7):996–1010. Russian.
17. Kovylyina OP, Kovylin NV, Sukhenko NV. *Issledovanie rosta zashchitnykh lesnykh polos raznogo vidovogo sostava v Shirinskoi stepi Khakasii* [Study of the growth of protective forest belts of different species composition in the Shirinsky steppe of Khakassia]. *Khvoynye boreal'noi zony*. 2011;XXVIII(1–2):27–33. Russian.
18. Goncharova IA, Kirienco MA. *Struktura zhivogo napochvennogo pokrova pod pologom razlichnykh drevesnykh vidov v dendrarii Instituta lesa im. V. N. Sukacheva SO RAN* [The structure of living ground cover under the various tree species canopy in the arboretum of V. N. Sukachev Institute of Forest, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences]. *Sibirskii lesnoi zhurnal*. 2023;5:75–82. Russian.
19. Malinovskikh AA. *Vliyanie urovnya osveshchennosti pod pologom lesa na urozhainost' brusniki v usloviyakh Sredne-Ob'skogo bora Altaiskogo kraia* [The effect of illumination level under forest canopy on cowberry yield under the conditions of the Sredne-Ob'skoy pine forest of the Altai Region]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016;4(138):105–109. Russian.

20. Zhuykova VA, Zhuykova TV, Meling EV. *Izuchenie nadzemnoi fitomassy lugovykh soobshchestv pri sochetannom deistvii khimicheskogo zagryazneniya i pogodno-klimaticheskikh faktorov* [Study of aboveground phytomass of meadow communities under combined action of chemical pollution and weather-climatic factors]. In: *Antropogennaya transformatsiya prirodnoy sredy* [Anthropogenic transformation of the natural environment]. Perm: Permskii gosudarstvennyi universitet; 2010;1(1):287–293. Russian.
21. Nikolaeva SA, Klimova NV. *Sezonnaya dinamika travyanogo yarusy listvenno-sosnovykh travyanykh soobshchestv v prigorodnykh lesakh g. Tomska* [Seasonal dynamics of herbaceous storey in deciduous-pine communities of forests near Tomsk]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya*. 2010;1(9):78–92. Russian.
22. Loginov VF, Lysenko SA, Mel'nik VI. *Izmenenie klimata Belarusi: prichiny, posledstviya, vozmozhnosti regulirovaniya* [Climate change in Belarus: causes, consequences, regulatory opportunities]. Minsk: Entsiklopediks; 2020. 264 p. Russian.
23. Brovka YuA, Buyakov IV. *Izmenenie gidrotermicheskogo koeffitsienta i povtoryaemosti ekstremal'nykh uslovii uvlazhneniya na territorii Belarusi v period potepeniya klimata* [Changes in the hydrothermal coefficient and in the frequency of extreme humidification conditions on the territory of Belarus during climate warming]. *Prirodopol'zovanie*. 2020;2:5–18. Russian. DOI: 10.47612/2079-3928-2020-2-5-18.
24. Lishvan II, Gorbutoyich GD, Yaroshevich LM. *Okhrana okruzhayushchei sredy v svyazi s melioratsiei Polesskoi nizmennosti* [Environmental protection in connection with reclamation of the Poleskaya Lowland]. *Problemy Polesya*. 1987;11:3–10. Russian.
25. Shumak SV, Turchin LM. *Analiz tsenoflory zhivogo napochvennogo pokrova v tipe lesa chernool'shanik paporotnikovyi v Polesskom gosudarstvennom radiatsionno-ekologicheskoy zapovednike* [Analysis of the cenoflora of the black alder fern living ground cover in the Polesye State Radiation and Ecological Reserve]. *Botanika (issledovaniya)*. 2024;54:144–150. Russian.
26. Yurkevich ID, Gel'man VS, Lovchii NF. *Tipy i assotsiatsii chernool'khovykh lesov (Po issledovaniyam v BSSR)* [Types and associations of black alder forests (Based on studies in BSSR)]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1968. 376 p. Russian.
27. Kuz'menkov MV, Kulagin AP, Tarkan AV, Buzunovskii RS. *Tsatsionno-lesoustroitel'nyy spravochnik* [Taxation and forest inventory guide]. Minsk: Lesnoye i okhotnich'ye khozyaystvo; 2019. 335 p. Russian.
28. Sautkina TI, Tretyakov DI, Zubrevich GI, Kozlovskaya NV, Parfenov VI, Blazhevich RYu, Skuratovych AN, Dmitrieva SA, Semerenko LV, Simonovich LG, Shvets IV, Mlynarchik MP, Yakovleva IM, Vynaev GV, Dzhus MA, Tikhomirov VN, Dubovik DV, Mazan IF, Pobirushko VF. *Opredelitel' vysshikh rasteniy Belarusi* [The definitive guide to the higher plants of Belarus]. Minsk: Dizayn PRO; 1999. 472 p. Russian.
29. Braun D. *Metody issledovaniya i ucheta rastitel'nosti* [Methods of surveying and measuring vegetation]. Moscow: Izdatel'stvo inostrannoy literatury; 1957. 316 p. Russian.
30. Rodin LE, Remezov NP, Bazilevich NI. *Metodicheskie ukazaniya k izucheniyu dinamiki i biologicheskogo krugovorota v fitotsenozakh* [Methodological guidelines for the study of the dynamics and biological cycle in phytocenoses]. Leningrad: Nauka; 1967. 145 p. Russian.
31. Bazilevich NI, Titlyanova AA, Smirnov VV, Rodin LE, Nechaeva NT, Levin FI. *Metody izucheniya biologicheskogo krugovorota v razlichnykh prirodnykh zonakh* [Methods of studying the biological cycle in various natural areas]. Moscow: Mysl'; 1978. 184 p. Russian.
32. Bun'kova NP, Zalesov SV, Zalesova ES, Magasumova AG, Osipenko RA. *Osnovy fitomonitoringa* [Fundamentals of phytomonitoring]. Yekaterinburg: Uralskiy gosudarstvennyy lesotekhnicheskij universitet; 2020. 90 p. Russian.
33. Shumak SV, Uglyanets AV. *Sovremennyy zhivoy napochvennyy pokrov v chernool'shanikakh Polesskogo gosudarstvennogo radiatsionno-ekologicheskogo zapovednika* [Modern living ground cover in black alder forests of the Polesky State Radiation and Ecological Reserve]. *Izvestiya Gomel'skogo gosudarstvennogo universiteta im. F. Skoriny. Estestvennye nauki*. 2022;6(135):66–71. Russian.
34. Yurkevich ID. *Vydelenie tipov lesa pri lesoustroitel'nykh rabotakh* [Identification of forest types in forest managements operations]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1980. 120 p. Russian.
35. Shennikov AP. *Vvedenie v geobotaniku* [Introduction to geobotany]. Leningrad: Izdatel'stvo LGU; 1964. 447 p. Russian.
36. Ivanov AF. *Biologiya drevnykh rasteniy* [Biology of woody plants]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1975. 264 p. Russian.
37. Kudin MV, Uglyanets AV, Garbaruk DK. *Predvaritel'noe estestvennoe vozobnovlenie lesa v vysokovozrastnykh chernool'shanikakh zony otchuzhdeniya Chernobyl'skoi AES* [Preliminary natural forest regeneration in overgrown black alder stands of the Chernobyl Exclusion Zone]. *Trudy BGTU. Seriya 1. Lesnoye khozyaystvo, prirodopol'zovanie i pererabotka vozobnovlyayemykh resursov*. 2017;2(198):64–72. Russian.
38. Saevich KF. *Vliyaniye podrosta i podleska na fitomassu zhivogo napochvennogo pokrova* [Influence of undergrowth and underforest on phytomass of living ground cover]. *Lesovedeniye i lesnoye khozyaystvo*. 1986;21:38–40. Russian.
39. Kudin MV. *Sovremennoe sostoyaniye sosnovykh lesov belorusskogo sektora zony otchuzhdeniya Chernobyl'skoi AES* [Current state of pine forests of the belarusian sector in the exclusion zone of the Chernobyl NPS]. *Problemy lesovedeniya i lesovodstva*. 2015;75:468–479. Russian.
40. Smol'skii NV. *Kompleksnyye eksperimental'nye issledovaniya landshaftov Belorussii* [Integrated experimental studies of landscapes in Belarus]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1973. 312 p. Russian.
41. Lavrov AP, Fadeeva MV, Sachok GI, Vakhovskii AP. *Osobennosti formirovaniya rezhima podzemnykh vod i ego prognoz* [Peculiarities of groundwater regime formation and its forecast]. *Problemy Polesya*. 1973;2:14–54. Russian.
42. Marchenko YuD. *Pogodno-klimaticheskie usloviya v blizhnei zone Chernobyl'skoi AES* [Weather-climate conditions in the near zone of Chernobyl NPP]. *Ekosistemy i radiatsiya: aspekty sushchestvovaniya i razvitiya*. 2013;2:2–45. Russian.

Статья поступила в редколлегию 03.12.2024.
Received by editorial board 03.12.2024.