

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

А. В. Углынец, С. В. Шумак, Д. К. Гарбарук

Полесский государственный радиационно-экологический заповедник

**ЗАПАС НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ И ЦЕНОТИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
ЧЕРНООЛЬШАНИКА СНЫТЕВОГО В ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ
ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

Длительное отсутствие лесохозяйственной деятельности в зоне отчуждения Чернобыльской атомной электростанции обеспечило естественное развитие лесных фитоценозов и привело к повышению возраста древостоев. В производных от дубрав высоковозрастных насаждениях черноольшаника снытевого (*Gluninosa-Alnetum aegopodiosum*) установлена относительная бедность современного видового состава живого напочвенного покрова, его пространственная неоднородность и непостоянство во времени. Выявлены изменения встречаемости и обилия ряда видов, снижение индикаторной роли сныти обыкновенной и рост обилия нитрофильных видов. В экологической структуре живого напочвенного покрова постепенно повышается удельный вес мезофитных растений за счет снижения доли гигрофитов и мезогигрофитов, прослеживается тенденция смены требовательных к богатству почвы видов менее требовательными. Но экологический статус его остается неизменным.

Запас надземной фитомассы живого напочвенного покрова в черноольшанике снытевом составляет 607 кг/га. Большую его часть (60,3%) накапливают несколько высокорослых видов. Запас находится в тесной статистической связи с общим проективным покрытием почвы травянистыми растениями, составляющим 65%. Величины этих показателей зависят от освещенности травяного яруса, межвидовых конкурентных взаимоотношений, влияния диких копытных животных.

Изменения живого напочвенного покрова обусловлены глобальным потеплением климата, ростом засушливых явлений и последствиями широкомасштабного осушения болот в регионе в 1960–1980 гг., которые привели к устойчивому снижению влагообеспеченности почв.

Ключевые слова: зона отчуждения Чернобыльской АЭС, черноольшаник снытевый, живой напочвенный покров, ценотическая характеристика, надземная фитомасса.

Для цитирования: Углынец А. В., Шумак С. В., Гарбарук Д. К. Запас надземной фитомассы и ценотическая характеристика живого напочвенного покрова черноольшаника снытевого в зоне отчуждения Чернобыльской атомной электростанции // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2024. № 2 (282). С. 56–66.

DOI: 10.52065/2519-402X-2024-282-7.

A. V. Uglyanets, S. V. Shumak, D. K. Garbaruk

Polesye State Radiation-Ecological Reserve

**THE STOCK OF ABOVEGROUND PHYTOMASS AND CENOTIC
CHARACTERISTICS THE LIVING GROUND COVER OF THE GOUTWEED
BLACK ALDER FOREST TYPE IN THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER
PLANT EXCLUSION ZONE**

The prolonged absence of forestry activities in the Chernobyl Nuclear Power Plant Exclusion Zone ensured the natural development of forest phytocenoses and led to an increase in the age of stands. The relative poverty of the modern species composition of the living ground cover, its spatial heterogeneity and time variability have been established in the high-age stands of goutweed black alder (*Gluninosa-Alnetum aegopodiosum*) forest type derived from oak forests. Changes in the occurrence and abundance of a number of species, a decrease in the indicator role of the *Aegopodium podagraria* L. and an increase in the abundance of nitrophilic species were revealed. In the ecological structure of living ground cover, there is a gradual increase in the specific gravity of mesophytic plants due to a decrease in the proportion of hygrophytes and mesohygrophytes, there is a tendency to change species demanding soil richness to less demanding ones. But its ecological status remains unchanged.

The stock of aboveground phytomass of living ground cover in *Gluninosa-Alnetum aegopodiosum* forest type is 607 kg/ha. Most of it (60.3%) is accumulated by several tall species. The stock is in close statistical connection with the total projective soil coverage of herbaceous plants, which is 65%. The values of these indicators determine the illumination of the grass layer, interspecific competitive relationships, and the influence of wild ungulates.

Changes in the living ground cover are caused by global warming, the growth of drought events and the consequences of large-scale drainage of swamps in the region in the 1960–1980s, which led to a steady decrease in soil moisture supply.

Keywords: Chernobyl Nuclear Power Plant Exclusion Zone, goutweed black alder forest type, living ground cover, cenotic characteristics, aboveground phytomass.

For citation: Uglyanets A. V., Shumak S. V., Garbaruk D. K. The stock of aboveground phytomass and cenotic characteristics the living ground cover of the goutweed Black alder forest type in the Chernobyl Nuclear Power Plant Exclusion Zone. *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2024, no. 2 (282), pp. 56–66 (In Russian).

DOI: 10.52065/2519-402X-2024-282-7.

Введение. Важнейшей характеристикой растительной составляющей лесных биогеоценозов является запас фитомассы. Этот показатель лесных сообществ определяет ход обменных процессов и используется при оценках депонирующей емкости лесов, осуществлении их экологического мониторинга, разработке моделей устойчивого ведения лесного хозяйства [1].

При исследованиях фитомассы лесных насаждений обычно наибольшее внимание уделялось древесным ярусам. При этом одними из наименее изученных оказались черноольшаники (ольсы). Исследования продуктивности живого напочвенного покрова (далее – ЖНП) лесов также немногочисленны [2]. Некоторые данные по фитомассе ЖНП для отдельных типов леса черноольшаников Белорусского Полесья (далее – Полесье) приводятся в единичных работах [3, 4].

Сведения о биологических запасах ЖНП в черноольшаниках снытевых (*Gluniosa-Alnetum aegopodiosum*) Полесья отсутствуют. Следовательно, их изучение является актуальным вопросом. В связи с более высокими уровнями концентрации радионуклидов в травяно-кустарничковом покрове лесов в сравнении с древостоем и подростово-подлесочным ярусом [5] значимость такого исследования в зоне отчуждения Чернобыльской атомной электростанции (далее – ЗО ЧАЭС), совпадающей с границами Полесского государственного радиационно-экологического заповедника, возрастает. В то же время запас надземной фитомассы ЖНП сопряжен с рядом других ценоотических характеристик травяных сообществ.

Цель работы – установить основные ценоотические характеристики и запас надземной фитомассы ЖНП в черноольшанике снытевом ЗО ЧАЭС, выявить существующие между ними связи и влияющие факторы.

Основная часть. Изучение структуры и запаса фитомассы ЖНП в черноольшанике снытевом выполняли на 5 временных пробных площадях (далее – ВПП) размером 50×50 м, локализованных в пределах надпойменных террас долины реки Припять в ЗО ЧАЭС. Закладку их осуществляли в соответствии с методами, описанными в источниках [6, 7], расчет таксационных показателей – с использованием справочника [8].

Исследованные древостои ольхи черной высоковозрастные, высокополнотные, высокопродуктивные, преимущественно I класса бонитета с примесью березы, граба, клена, режы дуба, осины, вяза шершавого, ясеня, груши обыкновенной, суммарно не превышающей 20% состава (табл. 1), произрастающие в типе лесорастительных условий (далее – ТЛУ) Дз. Для установления ценоотических характеристик ЖНП на каждой ВПП заложили по 20 учетных площадок (далее – УП), или раункиров, размером 1×1 м по общепринятой методике [9]. На УП выявляли видовой состав травянистых растений с использованием определителя [10], оценивали обилие каждого вида в баллах по шкале Браун-Бланке [11], измеряли высоты присутствующих растений. Для установления общего проективного покрытия (далее – ОПП) фотографировали ЖНП внутри шаблона в соответствии с методикой, изложенной в источнике [12].

Таблица 1

Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев

Шифр ВПП	Состав древостоя	Возраст, лет	Средние		Класс бонитета	Количество деревьев, шт./га	Сумма площадей сечений, м ² /га	Полнота	Запас, м ³ /га	Среднее изменение запаса, м ³ /га
			высота, м	диаметр, см						
Вс54-4	10Олч+Д,Гш	51	21,7	21,6	I	1016	37,0	1,05	375	7,4
Нп76-79	9Олч1Б+Д	55	21,1	22,9	II	776	31,0	0,91	314	5,7
Нп17-35	8Олч1Г1Б+Д	70	24,9	28,1	I	688	33,9	0,89	372	5,3
Бб1-20	9Олч1Кл+Д,Г,Ос,Б	73	26,6	31,2	I	604	40,4	1,04	485	6,6
Нп38-9	9Олч1Д+Б,Я,В	75	27,6	35,3	I	384	30,8	0,78	412	5,5

Отбор надземной фитомассы ЖНП производили в период максимального ее развития (в конце июля – первой декаде августа 2022 г.) на 10 УП (каждой четной) в пределах ВПП методом укосов [13]. Внутри шаблона вровень с поверхностью почвы срезали все травянистые растения и полукустарник ежевику сизую. Ежевика, не входящая в подлесочные индикаторы типа леса [14], включена в состав ЖНП в связи с ее расположением в высотном диапазоне травянистых растений.

Срезанную фитомассу разбирали по видам растений и взвешивали в свежем состоянии на электронных весах МЛ 6-II В1ЖА (Россия). Виды, на которые приходится менее 10% веса фитомассы, рекомендуется объединять в общий образец «разнотравье» [15]. Экспериментально установили, что у видов с обилием менее 2 баллов запасы фитомассы на УП не превышали указанного значения, поэтому их включали в группу «разнотравье».

В лаборатории образцы высушивали до абсолютно сухого состояния, взвешивали, рассчитывали их влажность в соответствии с источником [16] и определяли вес.

В камеральных условиях рассчитывали среднюю арифметическую высоту видов растений ЖНП (H_{cp} , см), встречаемость, как отношение числа УП с наличием видов к их количеству на ВПП и в типе леса (V , %), запас надземной фитомассы видов и разнотравья в абсолютно сухом состоянии для каждой УП, ВПП и типа леса (M_g , г/м²). По показателю обилия выделяли доминантные (3 балла) и субдоминантные (2 балла) виды растений.

Обработку снимков и определение проективного покрытия почвы ЖНП на раункиерах выполняли с использованием компьютерных программ ACDSsee Photo Manager 12, Corel Draw X3 и ImageJ. Статистический анализ полученных данных производили с использованием стандартных пакетов прикладных программ Microsoft Excel 2007 и Statistica 6.0.

Из-за недостаточности признаков по причине отсутствия цветков на момент исследования два чрезвычайно редких по шкале Браун-Бланке растения (горец и фиалка) не были определены до вида, что, однако, не повлияло на выполнение анализа ценотической структуры травяного покрова.

Черноольшаники снытевые в Полесье являются производными от дубрав. В середине 1970-х гг. в составе их ЖНП произрастали 73 вида растений [17]. В 30 ЧАЭС на 5 ВПП этого типа леса выявлено 48 видов травянистых растений (табл. 2), относящихся к 41 роду, 27 семействам. Из них 47 видов принадлежит к отделу покрытосеменных и 1 вид – к папоротникообразным. Наиболее представленными оказались семейства ро-

зовые (6 видов) и ландышевые (4 вида). В каждом из остальных 25 семейств насчитывалось по 1–3 вида растений. Непосредственно на ВПП встречалось от 10 до 27 (в среднем 22) видов.

В типе леса среди них нет четко выраженных преобладающих видов ЖНП. На отдельных ВПП доминируют крапива двудомная, звездчатка ланцетолистная, зеленчук желтый, марьяник польский, ежевика сизая, щитовник шартский, копытень европейский, субдоминантами являются те же крапива двудомная, звездчатка ланцетолистная, зеленчук желтый, ежевика сизая, щитовник шартский, а также гравилат речной, герань Роберта, мятлик обыкновенный, крестовидка весенняя, осока ложносытевая, сныть обыкновенная.

За последнее время в черноольшанике снытевом произошли существенные изменения видового состава и ценотических характеристик ЖНП. Снизилось обилие и встречаемость главного индикатора типа леса – сныти обыкновенной, не встречаются кислица обыкновенная, лютик ползучий, селезеночник очереднолистный, мятлик болотный и другие, менее обильные, характерные для ольсы снытевого в Полесье виды [17]. Наблюдается постоянное, местами обильное, присутствие нитрофилов – крапивы двудомной и чистотела большого (табл. 2) [18].

В 2022 г. в составе ЖНП черноольшаника снытевого было учтено 8 из 12 общих для страны индикаторных видов [14], в числе которых только 3 современных доминанта и 2 субдоминанта. Степень включения его флоры в список видов типа леса страны [19] (индекс Симпсона) составлял 23,0%, в список видов типа леса Полесья [17] – 25,0%. Между флорами ЖНП 2020 и 2022 гг. на тех же объектах наблюдается малое сходство (коэффициент Жаккара равен 0,44), но по индексу Чекановского – Сьеренсена (0,62) оно приближается к высокому. Степень взаимного включения списков видов этих годов составляет 31%. Столь большая разница видового состава ЖНП обусловлена многолетней его флуктуацией и сезонными изменениями. Так как последние связаны с феноритмотипическим составом сообществ [20], то в нашем случае различия в видовом составе сообществ разных лет отчасти объясняются разными сроками проведения исследований: 13.05–9.06 в 2020 г. и 27.07–11.08 в 2022 г.

В 2022 г. наибольшей частотой встреч в типе леса выделялись крапива двудомная (на 62% УП), герань Роберта и ежевика сизая (по 45%). У 8 видов данный ценотический показатель располагался в пределах 25–39%, еще у 8 видов – 12–19% (в том числе у сныти 12%), у остальных 29 видов – менее 10% (табл. 2).

Таблица 2

**Ценотическая характеристика живого напочвенного покрова
по пробным площадям и в целом для типа леса**

Наименование вида	Временная пробная площадь															Тип леса	
	Вс54-4			Нп76-79			Нп17-35			Бб1-20			Нп38-9			H _{ср}	V
	H _{ср}	O	V	H _{ср}	O	V	H _{ср}	O	V	H _{ср}	O	V	H _{ср}	O	V		
Крапива двудомная	81,4	1	25	78,7	1	85	37,0	1	35	56,5	2	65	102,8	3	100	71,3	62
Герань Роберта	10,0	r	5	8,7	r	75	8,8	+	45	8,6	+	60	11,0	+	40	9,4	45
Ежевика сизая	62,8	4	100	60,4	3	90	40,9	2	35	–	–	–	–	–	–	54,7	45
Зеленчук желтый	–	–	–	–	–	–	12,7	3	100	14,1	2	95	–	–	–	13,4	39
Чистотел большой	19,9	1	95	15,5	+	75	6,0	r	5	18,0	r	5	56,0	r	5	23,1	37
Майник двулистный	–	–	–	–	–	–	7,9	+	90	8,4	+	85	–	–	–	8,2	35
Гравилат речной	–	–	–	19,3	1	45	19,6	+	35	24,0	1	35	32,6	2	50	23,9	33
Звездчатка ланцетолистная	–	–	–	–	–	–	16,2	3	65	18,3	2	85	–	–	–	17,3	30
Ежевика скальная, костяника	–	–	–	–	–	–	18,8	1	60	30,7	1	75	–	–	–	24,8	27
Вербейник обыкновенный	38,2	r	25	30,8	r	20	35,0	r	10	50,3	r	15	40,7	r	65	39,0	27
Мерингия трехжилковая	5,5	r	10	10,0	r	30	5,0	r	5	5,5	r	20	7,5	+	60	6,7	25
Овсянничник гигантский	–	–	–	57,1	+	35	27,0	1	15	42,3	r	30	60,0	r	15	46,6	19
Копытень европейский	–	–	–	–	–	–	8,9	1	80	–	–	–	12,0	3	5	10,5	17
Хмель обыкновенный	–	+	75	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	15
Живучка ползучая	–	–	–	–	–	–	13,1	+	40	10,3	+	30	–	–	–	11,7	14
Щитовник шартский	–	–	–	58,8	3	20	34,0	2	15	50,0	1	5	52,2	1	25	48,7	13
Ландыш майский	–	–	–	17,0	1	10	–	–	–	14,6	1	45	27,0	r	5	19,5	12
Пикульник ладанниковый	53,0	+	5	59,6	1	40	–	–	–	30,0	r	5	26,5	r	10	42,2	12
Сныть обыкновенная	–	–	–	–	–	–	22,3	2	20	14,3	r	40	–	–	–	18,3	12
Мятлик обыкновенный	15,0	r	5	30,0	2	10	17,0	1	15	79,7	+	15	98,0	2	5	47,9	10
Крестовидка весенняя	–	–	–	18	r	5	14,3	2	15	17,0	r	25	–	–	–	16,4	9
Бор развесистый	–	–	–	32,4	+	35	–	–	–	–	–	–	27,5	r	10	30,0	9
Ситник развесистый	–	–	–	53,0	+	30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	53,0	6
Вороний глаз четырехлиственный	–	–	–	30,0	r	5	18,5	+	10	8,0	r	5	16,5	r	10	18,2	6
Чина весенняя	–	–	–	–	–	–	23,0	1	5	24,8	r	20	27,0	+	5	27,9	6
Осока пепельно-серая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	41,7	+	30	41,7	6
Гречишка вьюнковая	–	+	55	–	r	20	–	r	5	–	–	–	–	–	–	–	5
Марьянник польский	–	–	–	48,5	4	20	–	–	–	30,5	r	5	–	–	–	39,5	4
Чесночница черешковая	–	–	–	–	–	–	5,0	r	5	4,0	r	5	16,5	r	10	8,5	4
Касатик ложноаировый	–	–	–	82,3	+	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	82,3	3
Седмичник европейский	–	–	–	–	–	–	–	–	–	6,7	r	15	–	–	–	6,7	3
Осока ложносытевая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	48,5	2	10	–	–	–	48,5	2
Земляника лесная	–	–	–	6,0	+	5	12,0	1	5	–	–	–	–	–	–	9,0	2
Фиалка ср.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	15,0	r	10	–	–	–	15,0	2
Вероника дубравная	–	–	–	14,0	+	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	14,0	2
Черда олиственная	–	–	–	14,0	+	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	14,0	2
Лабазник вязолистный	–	–	–	–	–	–	–	–	–	37,0	r	5	–	–	–	37,0	1
Лапчатка прямостоячая	–	–	–	16,0	+	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	16,0	1
Купена многоцветковая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	18,5	r	5	–	–	–	18,5	1
Осока пузырчатая	–	–	–	35,0	+	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	35,0	1
Горец ср.	–	–	–	38,0	r	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	38,0	1
Вероника лекарственная	–	–	–	15,0	r	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	15,0	1
Вербейник монетчатый	–	–	–	3,0	r	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,0	1
Недотрога обыкновенная	–	–	–	–	–	–	10,0	r	5	–	–	–	–	–	–	10,0	1
Дремлик чемерицевидный	–	–	–	–	–	–	11,0	r	5	–	–	–	–	–	–	11,0	1
Купена душистая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	25,0	1	5	25,0	1
Лютик ползучий	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	30,0	1	5	30,0	1
Подмаренник душистый	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	16,0	r	5	16,0	1

Примечание. H_{ср} – средняя высота растения, см; O – обилие вида 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%); V – встречаемость растения, %.

Двумя годами ранее щитовник шартский встречался на 7 (100%) ВПП, крапива двудомная, герань Роберта, майник двулистный – на 85,7%, осока пепельно-серая – на 71,4%, мятлик обыкновенный, касатик ложноаировый, копытень европейский, купена многоцветковая, ландыш майский, мерингия трехжилковая, ситник развесистый, чистотел большой – на 57,1% [18]. Несмотря на разные методы определения встречаемости, у ряда видов ЖНП очевидны изменения ее величин.

Четкого разделения ЖНП на подъярусы в ольсе снытевом не просматривается ввиду пространственной неоднородности травяных сообществ. Отметим наличие высокорослых (средняя высота более 40 см) видов (касатик ложноаировый, крапива двудомная, ежевика сизая, ситник развесистый, щитовник шартский, мятлик обыкновенный, овсянник гигантский, осоки пепельно-серая и ложносытевая, пикульник ладанниковый), формирующих в ряде парцелл верхний подъярус.

Важнейшей характеристикой ЖНП является ОПП им почвы, которое в исследуемом типе леса весьма неоднородно. Средние его значения на ВПП (доверительные интервалы находятся в пределах выборок) колеблются в диапазоне 55–76%, характеризуются крайне малыми стандартными ошибками и достаточно высокой для подобного рода исследований точностью (3,9–7,3%).

На широкие пространственные колебания средних величин ОПП ЖНП указывают высокие коэффициенты их вариации и отношения макси-

мальных величин к минимальным (табл. 3). Тем не менее, для типа леса в целом его можно считать достаточно однородным, так как достоверные различия средних значений при уровне значимости $p < 0,05$ установлены только между двумя ВПП, т. е. в одном случае из 10.

Среднее для типа леса ОПП ЖНП составляет 65% при низкой стандартной ошибке (2,3%) и высокой точности (3,1%). Эта величина, полученная инструментальным путем, возможно, оказалась несколько заниженной по причине некоторого нарушения естественной проекции травянистых растений на почву при удалении с УП растений подроста и подлеска.

Характеристики ЖНП под пологом леса зависят от комплекса экологических факторов, главным образом, от почвенно-грунтовых условий, влияния древесного и подростово-подлесочного ярусов через изменение освещенности и конкуренцию за экологические ресурсы [21, 22]. Низкое значение ОПП ЖНП в ольсе снытевом ЗО ЧАЭС при константных для типа леса трофности и влажности почв было обусловлено высокой плотностью и полнотой древостоев, присутствием в их составе пород с плотными кронами, прежде всего граба, клена, дуба, вяза шершавого (табл. 1), а также большой плотностью подроста (4,2–20,2 тыс. шт./га) и подлеска (2,1–22,1 тыс. шт./га) в высоковозрастных древостоях [23]. Эти ярусы значительно ухудшают световое довольствие травяного покрова, что в совокупности с межвидовыми конкурентными взаимоотношениями существенно сдерживает его развитие.

Таблица 3

Статистические показатели общего проективного покрытия и надземной фитомассы живого напочвенного покрова по пробным площадям и в целом для типа леса

Статистический показатель	Временная пробная площадь					Тип леса
	Вс54-4	Нп76-79	Нп17-35	Бб1-20	Нп38-9	
Общее проективное покрытие, %						
<i>n</i>	20	20	20	20	20	100
min–max	42–90	37–88	19–85	11–90	44–87	11–90
<i>Ci</i>	70–82	69–81	48–64	45–64	59–73	62–69
<i>M ± m</i>	76 ± 2,8	75 ± 2,8	56 ± 3,9	55 ± 4,5	66 ± 3,4	65 ± 2,3
σ	12,7	12,4	17,3	19,9	15,1	17,8
<i>Cv / p</i>	16,7 / 3,9	16,5 / 4,0	30,9 / 7,1	36,2 / 7,3	22,9 / 4,5	27,4 / 3,1
Запас фитомассы, кг/га						
<i>n</i>	10	10	10	10	10	50
min–max	195–1418	420–1295	70–430	113–977	259–1808	70–1808
<i>Ci</i>	511–1087	648–1033	200–373	190–529	455–1043	499–714
<i>M ± m</i>	799 ± 127,3	841 ± 85,1	288 ± 38,2	359 ± 75,0	749 ± 130,1	607 ± 53,6
σ	403	269	121	237	412	379
<i>Cv / p</i>	50,4 / 15,9	31,9 / 10,1	41,9 / 13,3	66,0 / 20,9	54,9 / 17,4	62,4 / 8,8

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

Существенный вклад в снижение ОПП ЖНП в данном типе леса вносят дикие копытные животные. Средняя плотность населения лося в лесных угодьях Полесского заповедника составляет 8,8, косули – 12,0, дикого кабана – 4,5 особей/га [24]. К тому же все ВПП, кроме одной, расположены в районе обитания местной микропопуляции европейского зубра численностью около 200 особей. О совокупном влиянии этих животных на ЖНП свидетельствуют тропы, лежки, «купалки», в которых УП не закладывались, а также частично поеденные и механически поврежденные (вытопанные копытами) травянистые растения.

Надземная фитомасса ЖНП в ольсе снытевом определена для 17 видов сосудистых растений и разнотравья (табл. 4). Более половины ее приходится на два высокорослых растения – ежевику сизую (34,1%) и крапиву двудомную (26,2%). Из прочих видов наиболее заметный вклад в общий запас надземной фитомассы вносят щитовник шартский (6,8%), зеленчук желтый (6,4%), звездчатка ланцетолистная (4,0%), осока пепельно-серая (3,0%), мятлик обыкновенный (2,8%), гравилат речной (1,5%), чистотел большой и марьянник польский (по 1,1%). Фитомасса каждого из 8 остальных видов ЖНП не превышает 1% от общей. На группу видов «разнотравье» приходится 9,5% от суммарного ее запаса. Выше говорилось, что при определении фитомассы некоторые виды ЖНП с низким обилием на отдельных УП включали в образец «разнотравье». По этой причине величины запасов их фитомассы на ВПП и в типе леса, возможно, оказались несколько заниженными. Это, однако, не повлияло на общее ее количество.

Надземная масса ЖНП вследствие пространственной неоднородности травяного покрова в насаждениях характеризуется высокой изменчивостью частных значений на УП (70–1808 кг/га). Нижние пределы колебания ее величин являются результатом воздействия на травяной покров приведенных выше экологических факторов. Максимальная разница между средними количествами надземной фитомассы ЖНП на ВПП (доверительные интервалы в пределах выборок) достигает 2,9 раза. На высокий уровень ее изменчивости указывают и другие статистические показатели (см. табл. 3). Но недостоверность различий средних значений надземной фитомассы между всеми ВПП на 95%-ном уровне значимости говорит об ее пространственной однородности.

Средний вес абсолютно сухой надземной фитомассы ЖНП в черноольшанике снытевом ЗО ЧАЭС оценивается в 607 ± 54 кг/га при вполне приемлемой точности (8,8%) проведенного исследования (см. табл. 3).

Для сравнения отметим, что ее запас в березняках чернично-орляковом и осоковом заказника «Стрельский», расположенном в 15 км северо-западнее заповедника, составляет 95 и 288 кг/га, в черноольшаниках кисличном и черничном – 664 и 275 кг/га [4]; в черноольшаниках крапивном и осоковом НП «Припятский», расположенном в 130 км северо-западнее, – 730 и 1110 кг/га [3] соответственно. Очевидно, что биологический запас надземной части ЖНП в исследуемом типе леса в некоторой мере согласуется с данными его запасов на сопредельных территориях в различных типах лиственных лесов, включая черноольховые.

Таблица 4

Запас надземной фитомассы живого напочвенного покрова по пробным площадям и в целом для типа леса, кг/га

Вид растения	Временная пробная площадь					Тип леса	
	Вс54-4	Нп76-79	Нп17-35	Бб1-20	Нп38-9	кг/га	%
Ежевика сизая	627,6	401,3	5,4	–	–	206,9	34,1
Крапива двудомная	50,0	146,0	10,6	102,9	484,9	158,9	26,2
Щитовник шартский	–	130,4	1,1	7,6	66,8	41,2	6,8
Зеленчук желтый	–	–	110,2	83,9	–	38,8	6,4
Звездчатка ланцетолистная	–	–	80,6	39,8	–	24,1	4,0
Осока пепельно-серая	–	–	–	–	92,6	18,5	3,0
Мятлик обыкновенный	–	42,1	–	–	43,5	17,1	2,8
Гравилат речной	–	–	–	15,6	31,8	9,5	1,5
Чистотел большой	32,9	–	–	–	–	6,6	1,1
Марьянник польский	–	32,4	–	–	–	6,5	1,1
Копытень европейский	–	–	23,3	–	7,3	6,1	1,0
Ландыш майский	–	15,0	–	8,7	–	4,7	0,8
Ежевика скальная	–	–	3,0	18,6	–	4,3	0,7
Сныть обыкновенная	–	–	12,4	–	–	2,5	0,4
Осока ложносытевая	–	–	–	11,1	–	2,2	0,4
Живучка ползучая	–	–	–	4,2	–	0,8	0,1
Герань Роберта	–	–	–	2,4	–	0,5	0,1
Разнотравье	88,4	73,4	40,2	64,4	21,5	57,6	9,5
Итого	798,9	840,5	286,8	359,2	748,4	606,8	100

В лесных насаждениях надземная фитомасса функционально связана с ОПП ЖНП. Зависимости между ними установлены для сосняков Среднего Урала [12] и широколиственного леса в Белгородской области России [25], березняков и черноольшаников заказника «Стрельский» Беларуси [4].

Связь между этими показателями для черноольшаника снытевого ЗО ЧАЭС определяли через непараметрический коэффициент ранговой корреляции Спирмена, так как обеим выборкам свойственны ненормальные распределения (табл. 5), а также с помощью регрессионного анализа.

Таблица 5

Проверка переменных на нормальность распределения ($n = 50$)

Параметр	Общее проективное покрытие	Запас
Критерий Шапиро – Уилка W	0,93	0,94
Уровень значимости p , %	0,008	0,022

Установлена сильная высоко значимая (по Чеддоку) корреляционная зависимость ($r = 0,770$; $p < 0,001$) фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии от ОПП. Функциональную связь между ними на 64%-ном уровне значимости аппроксимирует уравнение экспоненциальной кривой:

$$M_g = 7,26 \times \exp^{(0,03 \times \text{ОПП})},$$

где M_g – запас надземной фитомассы, г/м²; ОПП – общее проективное покрытие почвы, %.

Адекватность данной функции подтверждается статистически значимыми отличиями от 0 ($p < 0,05$) обоих коэффициентов регрессии.

Статистические показатели биологической продуктивности надземной части ЖНП (табл. 3) свидетельствуют о высоком ее потенциале в данном типе леса. Величина запаса фитомассы травяного покрова, как и ОПП, в лесных экосистемах явление непостоянное. Эти показатели флуктуируют по годам и в значительной степени зависят от погодных условий (температуры и осадков) предыдущего года и текущего вегетационного периода [20, 26]. Так как климат определяет распространение видов и рост организмов [27], то показатели тепло- и особенно влагообеспеченности территории влияют на преимущественное развитие тех или иных видов растений ЖНП и интенсивность накопления ими органического вещества.

На фоне глобального потепления климата, роста частоты и глубины засух на юго-востоке Полесья [28] и с учетом современной тенденции повышения температуры воздуха при неустойчивом количестве осадков в ЗО ЧАЭС [29] предшествующий год и текущий вегетационный сезон характеризовались более низким увлажнением территории в сравнении с предыдущими

периодами (табл. 6). Этот фактор определенно сдерживал развитие ЖНП в ольсе снытевом в 2022 г., что, вероятно, выразилось в снижении величины запаса его надземной фитомассы.

Таблица 6

Показатели тепло- и влагообеспеченности территории ЗО АЭС

Год, период	Средняя температура воздуха, °С	Количество осадков, мм	Коэффициент увлажнения по Иванову
1997–2012*	7,8	609,0	0,8–1,3
2016–2020*	9,0	586,1	0,86
2020*	10,0	622,0	0,91
2021*	8,2	519,1	0,75
VIII 2021–VII 2022**	8,2	569,6	0,70
IV–VII 2022**	15,0	275,8	0,58

Примечание. По данным метеостанций Масаны* и Брагин**.

Каждый вид растения обладает специфической требовательностью по отношению к экологическим факторам среды. В насаждениях конкретного типа леса с индивидуальными таксационными показателями древостоев, подлеска и подростов видовой состав ЖНП определяют, прежде всего, условия трофности и влажности почв, в значительной мере – уровни освещенности, зависящие от характеристик расположенных выше него ярусов растительности.

В насаждениях черноольшаника снытевого, приуроченных к перегнойно-глеевым сырым и мокрым почвам [17, 19], наибольшее распространение получили мезотрофные виды растений (64,5%) при значительной доле эвтрофов (29,2%) и незначительной доле олиго- (4,2%) и мезоэвтрофов (2,1%). Среди гигроморф преобладают мезофиты (62,5%), 12,5% видов представлены гигрофитами, четверть – переходными экоморфами. Близкое распределение видов по экологическим группам наблюдалось и в 2020 г. Сравнение современной экологической структуры флоры ЖНП этого типа леса со структурой полувековой давности указывает на тенденцию роста удельного веса олиго- и мезотрофных видов и сокращения эвтрофных, а также на значительное увеличение доли мезофитов на фоне снижения гигро- и мезогигрофитов (табл. 7). При этом экологический статус ЖНП (эвтрофно-мезотрофный, мезофитный) за более чем 50 лет не изменился.

Изменения ценологических показателей ЖНП в черноольшанике снытевом ЗО ЧАЭС носят направленный характер и обусловлены влиянием комплекса экологических факторов. Важнейшими

из них являются глобальное потепление и рост засушливости климата региона. Следствием их воздействия в лесах Беларуси стало снижение уровней грунтовых вод, уменьшение влагообеспеченности первых весенних месяцев и недостаток влаги летом [30]. В насаждениях черноольшаника снытевого ЗО ЧАЭС эти изменения были усилены последствиями широкомасштабных гидротехнических мелиораций болот в 1960–1980 гг., обеспечивших устойчивое глубокое опускание грунтовых вод [31] и уменьшение влажности верхних слоев почв, что в итоге определило тенденцию ксерофилизации видового состава ЖНП, отражившуюся на его ценологических характеристиках.

Таблица 7

Распределение видов по экологическим группам

Экологические группы растений	Беларусь по [19]	Полесье по [17]	ЗО ЧАЭС	
			2020 [18]	2022
По трофности почв				
Олиготрофы	–	–	2,1	4,2
Мезотрофы	51,3	63,7	67,3	64,5
Мезоэвтрофы	10,3	–	–	2,1
Эвтрофы	38,4	36,3	30,6	29,2
По увлажнению				
Мезофиты	41,0	38,9	67,4	62,5
Мезогигрофиты	23,1	27,8	12,2	14,6
Гигромезофиты	10,3	11,1	10,2	10,4
Гигрофиты	25,6	22,2	10,2	12,5

Список литературы

1. Усольцев В. А. Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии: методы, база данных и ее приложения. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 636 с.
2. Шумак С. В., Гарбарук Д. К. Краткий ретроспективный обзор исследований биологической продуктивности лесных биоценозов // Труды Березинского биосферного заповедника. 2022. Вып. 17: Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. С. 214–224.
3. Экспериментальные исследования ландшафтов Припятского заповедника / А. В. Бойко [и др.]. Минск: Наука и техника, 1976. 304 с.
4. Пехота А. П., Мижуя С. М., Бруй Д. В. Продуктивность живого напочвенного покрова лиственных лесов республиканского заказника «Стрельский» // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. Ин-та леса Нац. акад. наук Беларуси. Гомель, 2021. Вып. 81. С. 274–281.
5. 30 лет чернобыльской аварии: итоги и перспективы преодоления ее последствий: Нац. докл. Респ. Беларусь. Минск: Ин-т радиологии, 2016. 116 с.
6. Анучин Н. П. Лесная таксация. М.: Лесная пром-сть, 1982. 561 с.
7. Справочник таксатора / В. С. Мирошников [и др.]. Минск: Ураджай, 1980. 360 с.
8. Таксационно-лесостроительный справочник / М. В. Кузьменков [и др.]. Минск: Лесное и охотничье хоз-во, 2019. 335 с.
9. Воронов А. Г. Геоботаника. М.: Высш. шк., 1973. 384 с.
10. Определитель высших растений Беларуси / Т. И. Сауткина [и др.]. Минск: Дизайн ПРО, 1999. 472 с.
11. Браун Д. Методы исследования и учета растительности. М.: Изд-во иностр. лит., 1957. 316 с.
12. Фитомасса живого напочвенного покрова в сосняках зеленой зоны г. Екатеринбурга / И. Л. Трофимова [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1. С. 391. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=12075> (дата обращения: 21.11.2023).
13. Родин Л. Е., Ремезов Н. П., Базилевич Н. И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Ленинград: Наука, 1967. 145 с.
14. Юркевич И. Д. Выделение типов леса при лесостроительных работах. Минск: Наука и техника, 1980. 120 с.

Заключение. В высоковозрастных черноольшаниках снытевых в ЗО ЧАЭС современный видовой состав ЖНП относительно беден, пространственно неоднороден и непостоянен во времени. Вектор изменения его экологической структуры направлен в сторону повышения доли мезофитов за счет снижения гигро- и мезогигрофитов при тенденции замены требовательных к трофности почвы видов менее требовательными. Тем не менее эвтрофно-мезотрофный, мезофитный экологический статус ЖНП не меняется уже более чем полвека.

Запас надземной фитомассы ЖНП составляет 607 кг/га и находится в тесной статистической зависимости с ОПП. Большую его часть формируют несколько высокорослых, часто встречающихся, с высоким обилием видов.

Запас надземной фитомассы и ЖНП в типе леса зависит от уровня его освещенности, определяемого характеристиками вышерасположенных ярусов насаждений, межвидовых конкурентных взаимоотношений, степени влияния диких копытных животных, погоднo-климатических условий.

Многолетние изменения ценологических характеристик ЖНП определены глобальным потеплением, повышением региональной засушливости климата, последствиями широкомасштабного осушения болот в дочернобыльское время, вызвавшими устойчивое опускание уровней грунтовых вод и снижение влагообеспеченности почв.

15. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах / Н. И. Базилевич [и др.]. М.: Мысль, 1978. 184 с.
16. Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова [и др.]. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 90 с.
17. Юркевич И. Д., Ловчий Н. Ф., Гельтман В. С. Леса Белорусского Полесья (геоботанические исследования). Минск: Наука и техника, 1977. 288 с.
18. Шумак С. В., Углянец А. В. Современный живой напочвенный покров в черноольшаниках Полесского государственного радиационно-экологического заповедника // Изв. Гомел. гос. ун-та им. Ф. Скорины. Естественные науки. 2022. № 6 (135). С. 66–71.
19. Юркевич И. Д., Гельтман В. С., Ловчий Н. Ф. Типы и ассоциации черноольховых лесов (по исследованиям в БССР). Минск: Наука и техника, 1968. 376 с.
20. Николаева С. А., Климова Н. В. Сезонная динамика травяного яруса лиственно-сосновых травяных сообществ в пригородных лесах г. Томска // Вестн. Томского гос. ун-та. Биология. 2010. № 1 (9). С. 78–92.
21. Лебедева В. Х., Тиходеева М. Ю., Ипатов В. С. Влияние древесного полога на виды напочвенного покрова в ельнике чернично-зеленомошном // Ботанический журнал. 2005. Т. 90, № 3. С. 400–410.
22. Банникова И. А. Влияние древесной и кустарниковой растительности на развитие нижних ярусов лесных биогеоценозов. М.: Наука, 1967. 103 с.
23. Кудин М. В., Углянец А. В., Гарбарук Д. К. Предварительное естественное возобновление леса в высоковозрастных черноольшаниках зоны отчуждения Чернобыльской АЭС // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2017. № 2 (198). С. 64–72.
24. Биологическое разнообразие животного мира Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / М. Е. Никифоров [и др.]. Минск: Беларус. навука, 2022. 407 с.
25. Ипатов В. С. О корреляции между проективным покрытием и весом травянистых растений // Ботанический журнал. 1962. Т. XLVII. С. 991–992.
26. Жуйкова В. А., Жуйкова Т. В., Мелинг Э. В. Изучение надземной фитомассы луговых сообществ при сочетанном действии химического загрязнения и погодно-климатических факторов // Антропогенная трансформация природной среды: материалы Междунар. конф., Пермь, 18–21 окт. 2010 г. Пермь, 2010. Т. 1. Ч. 1. С. 287–293.
27. Climate change effects on plant-soil feedbacks and consequences for biodiversity and functioning of terrestrial ecosystems / F. I. Pugnaire [et al.] // Science Advances. 2019. No. 5. P. 1834. DOI: 10.1126/sciadv.aaz1834.
28. Бровка Ю. А., Буяков И. В. Изменение гидротермического коэффициента и повторяемости экстремальных условий увлажнения на территории Беларуси в период потепления климата // Природопользование. 2020. № 2. С. 5–18.
29. Марченко Ю. Д. Особенности изменения погодно-климатических условий в ближней зоне Чернобыльской АЭС // Проблемы и перспективы развития территорий, пострадавших в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, на современном этапе: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Хойники, 26–27 июл. 2018 г. Минск, 2018. С. 217–221.
30. Стратегия адаптации лесного хозяйства Республики Беларусь к изменению климата на период до 2050 года. Минск, 2011. 119 с.
31. Углянец А. В., Гарбарук Д. К., Шумак С. В. Продуктивность высоковозрастных древостоев ольхи черной в заповедной зоне Полесского заповедника // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. Ин-та леса Нац. акад. наук Беларуси. Гомель, 2021. Вып. 81. С. 83–90.

References

1. Usol'tsev V. A. *Biologicheskaya produktivnost' lesov Severnoy Evrazii: metody, baza dannykh i eye prilozheniya* [Biological productivity of Northern Eurasia's forests: methods, database, applications]. Yekaterinburg, UrO RAN Publ., 2007. 636 p. (In Russian).
2. Shumak S. V., Garbaruk D. K. A brief retrospective review of the research biological productivity of forest biocenoses. *Trudy Berezinskogo biosfernogo zapovednika* [Proceedings of the Berezinski Biosphere Reserve], 2022, issue 17: Specially Protected Natural Areas of Belarus. Studies, pp. 214–224 (In Russian).
3. Boiko A. V., Smol'skii N. V., Sidorovich E. A., Evsievich K. M., Loznukho I. V., Arabei N. M., Kirkovskii K. K., Surovaya T. P., Schastnyy A. K. *Ekspierimental'nyye issledovaniya landshaftov Prip'yatskogo zapovednika* [Experimental studies of landscapes of the Prip'yatsky Reserve]. Minsk, Nauka i Tekhnika Publ., 1976. 304 p. (In Russian).
4. Pekhota A. P., Mizhuy S. M., Bruy D. V. Biological productivity of deciduous forests of the Republican Reserve "Strel'sky". *Problemy lesovedeniya i lesovodstva: sbornik nauchnykh trudov Instituta*

lesa Natsional'noy akademii nauk Belarusi [Problems of forest science and forestry: collections of scientific papers of the Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus]. Gomel', 2021, issue 81, pp. 274–281 (In Russian).

5. *30 let chernobyl'skoy avarii: itogi i perspektivy preodoleniya eye posledstviy: Natsional'nyy doklad Respubliki Belarus'* [30 Years of the Chernobyl Accident: Results and Prospects for Overcoming its Consequences: National Report of the Republic of Belarus]. Minsk, Institut radiologii Publ., 2016. 116 p. (In Russian).

6. Anuchin N. P. *Lesnaya taksatsiya* [Forest Taxation]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1982. 561 p. (In Russian).

7. Miroshnikov V. S., Trull' O. A., Ermakov V. E., Dol'skiy L. V., Kostenko A. G. *Spravochnik taksatora* [A guide for forest taxator]. Minsk, Uradzhay Publ., 1980. 360 p. (In Russian).

8. Kuz'menkov M. V., Kulagin A. P., Tarkan A. V., Buzunovskiy R. S. *Taksatsionno-lesoustroitel'nyy spravochnik* [Taxation and forest inventory guide]. Minsk, Lesnoye i okhotnich'ye khozyaystvo Publ., 2019. 335 p. (In Russian).

9. Voronov A. G. *Geobotanika* [Geobotany]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1973. 384 p. (In Russian).

10. Sautkina T. I., Tret'yakov D. I., Zubrevich G. I., Kozlovskaya N. V., Parfenov V. I., Blazhevich R. Yu., Skuratovich A. N., Dmitrieva S. A., Semerenko L. V., Simonovich L. G., Shvets I. V., Mlynarchik M. P., Yakovleva I. M., Vynaev G. V., Dzhus M. A., Tikhomirov V. N., Dubovik D. V., Mazan I. F., Pobirushko V. F. *Opredelitel' vysshikh rasteniy Belarusi* [The definitive guide to the higher plants of Belarus]. Minsk, Dizayn PRO Publ., 1999. 472 p. (In Russian).

11. Braun D. *Metody issledovaniya i ucheta rastitel'nosti* [Methods of surveying and measuring vegetation]. Moscow, Izdatel'stvo inostrannoy literatury Publ., 1957. 316 p. (In Russian).

12. Trofimova I. L., Shevelina I. V., Nagimov Z. Ya., Alieva T. M. Phytomass of alive ground cover in pine forests of green space of Yekaterinburg. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=12075.html> (accessed 21.11.2023) (In Russian).

13. Rodin L. E., Remezov N. P., Bazilevich N. I. *Metodicheskiye ukazaniya k izucheniyu dinamiki i biologicheskogo krugovorota v fitotsenozakh* [Methodological guidelines for the study of the dynamics and biological cycle in phytocenoses]. Leningrad, Nauka Publ., 1967. 145 p. (In Russian).

14. Yurkevich I. D. *Vydeleniye tipov lesa pri lesoustroitel'nykh rabotakh* [Identification of forest types in forest managements operations]. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1980. 120 p. (In Russian).

15. Bazilevich N. I., Titlyanova A. A., Smirnov V. V., Rodin L. E., Nechaeva N. T., Levin F. I. *Metody izucheniya biologicheskogo krugovorota v razlichnykh prirodnykh zonakh* [Methods of studying the biological cycle in various natural areas]. Moscow, Mysl' Publ., 1978. 184 p. (In Russian).

16. Bun'kova N. P., Zalesov S. V., Zalesova E. S., Magasumova A. G., Osipenko R. A. *Osnovy fitomonitoringa* [Fundamentals of phytomonitoring]. Yekaterinburg, Ural'skiy gosudarstvennyy lesotekhnicheskii universitet Publ., 2020. 90 p. (In Russian).

17. Yurkevich I. D., Lovchiy N. F., Gel'tman V. S. *Lesy Belorusskogo Poles'ya (geobotanicheskiye issledovaniya)* [Forests of the Belarusian Polesye (Geobotanical research)]. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1977. 288 p. (In Russian).

18. Shumak S. V., Uglyanets A. V. Modern living ground cover in black alder forests of the Polesky State Radiation and Ecological Reserve. *Izvestiya Gomel'skogo gosudarstvennogo univesiteta imeni F. Skoriny. Yestestvennyye nauki* [Proceedings of Francisk Skorina Gomel State University. Natural sciences], 2022, no. 6 (135), pp. 66–71 (In Russian).

19. Yurkevich I. D., Gel'tman V. S., Lovchiy N. F. *Tipy i assotsiatsii chernool'khovykh lesov (po issledovaniyam v BSSR)* [Types and associations of black alder forests (Following the BSSR research)]. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1968. 376 p. (In Russian).

20. Nikolaeva S. A., Klimova N. V. Seasonal dynamics of herbaceous storey in deciduous-pine communities of forests near Tomsk. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya* [Bulletin of the Tomsk State University. Biology], 2010, no. 1 (9), pp. 78–92 (In Russian).

21. Lebedeva V. Kh., Tikhodeeva M. Yu., Ipatov V. S. Influence of tree canopy on ground cover species in bilberry-moss spruce forests. *Botanicheskiy zhurnal* [Botanical journal], 2005, vol. 90, no. 3, pp. 400–410 (In Russian).

22. Bannikova I. A. *Vliyaniye drevesnoy i kustarnikovoy rastitel'nosti na razvitiye nizhnikh yarusov lesnykh biogeotsenozov* [Influence of tree and shrub vegetation on the development of lower tiers of forest biogeocenoses]. Moscow, Nauka Publ., 1967. 103 p. (In Russian).

23. Kudin M. V., Uglyanets A. V., Garbaruk D. K. Preliminary natural forest regeneration in overgrown black alder stands of the Chernobyl exclusion zone. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources, 2017, no. 2 (198), pp. 64–72 (In Russian).

24. Nikiforov M. E., Anisimova E. I., Gomel' K. V., Dombrovskiy V. Ch., Zhuravlev D. V., Ivantsov D. N., Krishchuk I. A., Kulak A. V., Lukashevich V. N., Novitskiy R. V., Rizevskiy V. K., Samusenko I. E., Solovey I. A., Kheydorova E. E., Shakun V. V., Yurko V. V., Yurchenko I. S., Yatsukhno V. M. *Biologicheskoye raznoobraziye zhivotnogo mira Poleskogo gosudarstvennogo radiatsionno-ekologicheskogo zapovednika* [Biological diversity of fauna of Polesky State Radiation-Ecological Reserve]. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2022. 407 p. (In Russian).

25. Ipatov V. S. On the correlation between projective cover and weight of herbaceous plants. *Botanicheskiy zhurnal* [Botanical journal], 1962, vol. XLVII, pp. 991–992 (In Russian).

26. Zhuykova V. A., Zhuykova T. V., Meling E. V. Study of aboveground phytomass of meadow communities under combined action of chemical pollution and weather-climatic factors. *Antropogennaya transformatsiya prirodnoy sredy: materialy mezhdunarodnoy konferentsii* [Anthropogenic transformation of the natural environment: proceedings of the international conference]. Perm, 2010, vol. 1, part 1, pp. 287–293 (In Russian).

27. Pugnaire F. I., Morillo J. A., Pecuelas J., Reich P. B., Bardgett R. D., Gaxiola A., Wardle D. A., Putten W. H. Climate change effects on plant-soil feedbacks and consequences for biodiversity and functioning of terrestrial ecosystems. *Science Advances*, 2019, no. 5, p. 1834. DOI: 10.1126/sciadv.aaz1834.

28. Brovka Yu. A., Buyakov I. V. Changes in the hydrothermal coefficient and in the frequency of extreme humidification conditions on the territory of Belarus during climate warming. *Prirodopol'zovaniye* [Nature Management], 2020, no. 2, pp. 5–18 (In Russian).

29. Marchenko Yu. D. Features of natural and climatic conditions change in the belarusian sector of Chernobyl NPP exclusion zone. *Problemy i perspektivy razvitiya territoriy, postradavshikh v rezul'tate katastrofy na Chernobyl'skoy AES, na sovremennom etape: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Problems and prospects of development of the territories affected by the Chernobyl NPP catastrophe at the present stage: materials of the international scientific and practical conference]. Minsk, 2018, pp. 217–221 (In Russian).

30. *Strategiya adaptatsii lesnogo khozyaystva Respubliki Belarus' k izmeneniyu klimata na period do 2050 goda* [Strategy of adaptation of forestry of the Republic of Belarus to climate change for the period up to 2050]. Minsk, 2011. 119 p. (In Russian).

31. Uglyanets A. V., Garbaruk D. K., Shumak S. V. Productivity of old black alder plantations in the protected area of the Polesky State Radiation-Ecological Reserve. *Problemy lesovedeniya i lesovodstva: sbornik nauchnykh trudov Instituta lesa Natsional'noy akademii nauk Belarusi* [Problems of forest science and forestry: collections of scientific papers of the Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus]. Gomel', 2021, issue 81, pp. 83–90 (In Russian).

Информация об авторах

Углынец Анатолий Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела экологии растительных комплексов. Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (247618, г. Хойники, ул. Терешковой, 7, Республика Беларусь). E-mail: uhlianets@mail.ru

Шумак Светлана Васильевна – магистр сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник отдела экологии растительных комплексов. Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (247618, г. Хойники, ул. Терешковой, 7, Республика Беларусь). E-mail: shumaksvetlana@mail.ru

Гарбарук Дмитрий Константинович – заведующий отделом экологии растительных комплексов. Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (247618, г. Хойники, ул. Терешковой, 7, Республика Беларусь). E-mail: dima.garbaruk.77@mail.ru

Information about the authors

Uglyanets Anatoliy Vladimirovich – PhD (Agriculture), Associate Professor, Leading Researcher, the Department of Ecology of Vegetative Complexes. Polesye State Radiation-Ecological Reserve (7, Tereshkova str., 247618, Khoiniki, Republic of Belarus). E-mail: uhlianets@mail.ru

Shumak Svetlana Vasilyevna – Master of Agriculture Sciences, Junior Researcher, the Department of Ecology of Vegetative Complexes. Polesye State Radiation-Ecological Reserve (7, Tereshkova str., 247618, Khoiniki, Republic of Belarus). E-mail: shumaksvetlana@mail.ru

Garbaruk Dmitriy Konstantinovich – Head of the Department of Ecology of Vegetative Complexes. Polesye State Radiation-Ecological Reserve (7, Tereshkova str., 247618, Khoiniki, Republic of Belarus). E-mail: dima.garbaruk.77@mail.ru

Поступила 15.03.2024