

УДК 556.56;574.36

## ФИТОМАССА И ЗАПАСЫ УГЛЕРОДА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НИЗИННОГО БОЛОТА В ПОДЗОНЕ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Т. А. Пристова\*, М. Н. Мигловец, Н. Н. Гончарова, С. В. Загирова

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН  
(ул. Коммунистическая, 28, Сыктывкар, Россия, 167000), \*pristova@ib.komisc.ru

Дана оценка запасов органического вещества и углерода в древесных растениях низинного болота средней тайги Республики Коми. Древесные растения представлены 8 видами, в том числе 5 видами кустарников. На облесенной части исследуемого болота выделено четыре растительных сообщества. Оценка надземной фитомассы древесных растений проведена с использованием 25 модельных деревьев, подземной – с помощью метода монолитов. Установлено, что фитомасса древесных растений низинного болота варьирует от 120 до 3871 г/м<sup>2</sup>, при этом основная доля (72–83 %) приходится на надземные органы. Показано, что запас фитомассы древесного яруса зависит от типа сообщества, численности и таксационных показателей деревьев. Ведущая роль в аккумуляции органического вещества принадлежит березам и соснам с диаметром свыше 4 см. Наибольшим запасом органического вещества характеризуются древесные растения березово-осоково-вахтового сообщества, более низким – березово-осоково-вахново-моховые. В сообществах с разреженным древесным ярусом его фитомасса в 9–32 раза ниже, чем на сильно облесенных участках. Выявлено, что древесные растения, в зависимости от типа сообщества и численности, аккумулируют от 56 до 1742 г С/м<sup>2</sup>. Древесные растения наиболее облесенной части низинного болота в среднем накапливают 969 г С/м<sup>2</sup>. На долю березы приходится от 64 до 73 %, сосны – от 12 до 31 % запасов углерода древесных растений болота. В стволовой древесине сосредоточено около половины запаса углерода. Полученные результаты могут быть использованы для оценки общих запасов органического вещества и круговорота углерода в экосистеме низинного болота.

Ключевые слова: низинное болото; древесные растения; запасы органического вещества и углерода

Для цитирования: Пристова Т. А., Мигловец М. Н., Гончарова Н. Н., Загирова С. В. Фитомасса и запасы углерода древесных растений низинного болота в подзоне средней тайги Республики Коми // Труды Карельского научного центра РАН. 2026. № 1. С. 56–66. doi: 10.17076/eco2131

Финансирование. Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания Института биологии Коми НЦ УрО РАН, тема «Средообразующая роль и продуктивность лесных и болотных экосистем Европейского Северо-Востока России» (№ 125020501547-8).

**T. A. Pristova\*, M. N. Miglovets, N. N. Goncharova, S. V. Zagirova.  
BIOMASS AND CARBON STOCKS OF WOODY VEGETATION OF A FEN IN THE  
MIDDLE TAIGA SUBZONE OF THE KOMI REPUBLIC**

*Institute of Biology, Komi Science Centre, Ural Branch, Russian Academy of Sciences  
(28 Kommunisticheskaya St., 167000 Syktyvkar, Russia), \*pristova@ib.komisc.ru*

An assessment of organic matter and carbon stocks in the woody vegetation of a eutrophic fen in the middle taiga of the Komi Republic is presented. Woody vegetation is represented by 8 plant species, including 5 shrubs. Four vegetation communities have been identified in the forested sites of the fen. The aboveground biomass of woody plants was estimated from 25 model trees, and the underground biomass was estimated using the soil monolith method. The biomass of woody plants in the fen varied from 120 to 3871 g/m<sup>2</sup>, with the bulk (70–74 %) of organic matter accumulating in the aboveground organs. The tree-layer biomass stock is shown to depend on the type of community, the number and qualities of the trees. Birch and pine trees < 4 cm in diameter contribute the most to organic matter accumulation. Birch-sedge-buckbean communities are characterized by the highest organic matter stock, while birch-sedge-buckbean-moss communities have a lower stock. The tree-layer biomass of sparsely treed communities is 9–32 times lower than in forested areas of the fen. It is estimated that, depending on the type of community and abundance, woody plants accumulate 56 to 1742 g C/m<sup>2</sup>. It was found that the woody plants in the fen area with the densest tree stand accumulate an average of 969 g C/m<sup>2</sup>. Birch accounts for 64 to 73 %, and pine for 12 to 31 % of the carbon stocks of woody vegetation in the fen. Stem wood contains about a half of the carbon stock. These results can be used to estimate the total organic matter stores and the carbon cycle in the ecosystem of a eutrophic fen.

**Keywords:** fen; woody plants; organic matter and carbon stocks

**For citation:** Pristova T. A., Miglovets M. N., Goncharova N. N., Zagirova S. V. Biomass and carbon stocks of woody vegetation of a fen in the middle taiga subzone of the Komi Republic. *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2026. No. 1. P. 56–66. doi: 10.17076/eco2131

**Funding.** The study was funded from the Russian federal budget through state assignment to the Institute of Biology of the Komi Science Center, Ural Branch RAS, within the research theme “The environment-forming role and productivity of forest and mire ecosystems of North-eastern European Russia” (No. 125020501547-8).

## **Введение**

Болотные экосистемы играют важную роль в депонировании углерода в Северном полушарии, где сосредоточена большая часть болот [Joosten et al., 2016; IPCC..., 2021]. В последние десятилетия изучению запасов углерода в болотных экосистемах уделяется большое внимание в связи с долговременным стоком углерода и его накоплением в органическом веществе торфа. Оценка запасов фитомассы и углерода выполнена для большинства типов болот таежной зоны, при этом основное внимание уделено верховым и переходным массивам [Вагина, Шатохина, 1976; Юрковская, 1995; Kosykh et al., 2008, 2023; Миронычева-Токарева и др., 2009; Косых, Коронатова, 2010; Laine et al., 2012; Углерод..., 2014; Копотева, Купцова, 2016; Мигловец, Гончарова, 2018; Purre et al., 2019; Титлянова, Вишнякова, 2022; Леонова и др., 2023; Kutenkov et al., 2024].

Запасы углерода низинных болот менее изучены, несмотря на то, что они встречаются во всех областях Евразии [Joosten et al., 2017]. Как правило, этот тип болот приурочен к поймам рек, к участкам с близким залеганием богатых минеральными веществами грунтовых вод или к выходу их на поверхность [Юрковская, 1995]. На территории Республики Коми низинные болота встречаются во всех природных зонах и представлены как небольшими по площади массивами (преимущественно это болота напорного питания или ключевые), так и крупными системами [Кадастр..., 2014].

Показатели запаса фитомассы травяно-кустарничкового и мохового покрова, полученные при оценке, выполненной на болотах Западной Сибири [Ефремов и др., 2005; Косых, Махаткова, 2008; Копотева, Косых, 2011], значительно меньше данных по запасам органического вещества растений древесного яруса болотных

сообществ [Пьявченко, 1967; Вомперский, Иванов, 1978; Копотева, Косых, 2011; Головацкая, 2017; Коронатова, Косых, 2022; Грабовик, Канцерова, 2023; Kutenkov et al., 2024]. Однако вклад древесного яруса в накопление органического вещества и углерода в болотных экосистемах может быть не менее значим, чем вклад растений травяно-кустарничкового и мохового покрова. Известно, что в бореальной зоне Евразии на мезотрофных лесных болотах фитомасса растительного покрова достигает 1770 ц/га, в то время как на безлесных болотах разной трофности она может быть значительно ниже – 90 ц/га [Боч, Мазинг, 1979]. На болотах Европейского Севера в древесном ярусе встречаются в основном сосна обыкновенная и береза пушистая, при этом доля их участия в формировании фитомассы варьирует в довольно широких пределах. Деревья на болотах характеризуются вариабельностью возрастной структуры, что связано с естественным развитием биогеоценозов при отсутствии рубок, а также природными и антропогенными нарушениями [Сафин, 2011]. На территории Республики Коми оценка запасов органического вещества и углерода ранее была проведена в растениях травяно-кустарничкового и мохового покрова на олиготрофных и мезо-олиготрофных болотах [Углерод..., 2014; Мигловец, Гончарова, 2018]. Цель настоящего исследования – оценить запасы фитомассы и углерода в древесном ярусе низинного болота средней тайги Республики Коми.

## Материалы и методы

Исследования проводили на северо-востоке европейской части России, в пределах Восточно-Европейской равнины. Для данного района характерен континентальный умеренно холодный климат со среднегодовой температурой 1,7 °С и годовой суммой осадков 652 мм (среднее за 1991–2021 гг.) (данные по климату получены с официальных репозиториев: <http://aisori-m.meteo.ru>, <https://rp5.ru>). В растительности региона преобладают еловые и сосновые леса, значительная часть нелесных территорий занята болотными экосистемами.

Объектом исследования является низинное болото напорного питания, расположенное в 3–3,5 км к юго-востоку от пгт. Краснозатонский МО ГО «Сыктывкар» на водоразделе рек Вычегда, Сысола и Лемью (61°40'07" с. ш. 51°02'59" в. д.). Болото представляет собой облесенный низинный массив площадью около 40 га, характеризуется высоким видовым и ценотическим разнообразием. В пределах

массива отмечены участки с выровненным, кочковатым и кочковато-западинным микро-рельефом. В растительном покрове болота преобладают облесенные разнотравно-сфагновые сообщества, основу которых составляют гигрофильные эвтрофные и мезоэвтрофные растения. В этих сообществах древесный ярус образован *Betula pubescens* Ehrh., с примесью *Pinus sylvestris* L. и *Picea obovata* Ledeb. (состав древостоя 8Б2С+Е). Кустарники отмечены в небольшом количестве, среди них обычны *Sorbus aucuparia* L., *Frangula alnus* Mill., *Juniperus communis* L., *Salix phylicifolia* L. и *S. caprea* L. В травяно-кустарничковом ярусе большинства фитоценозов преобладают травянистые растения, наиболее значимыми среди них являются *Menyanthes trifoliata* L., *Thelypteris palustris* Schott., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Bistorta major* Delarbre, *Carex appropinquata* Schumach., *C. rostrata* Stokes, *C. lasiocarpa* Ehrh., *C. caespitosa* L., *C. cinerea* L., *C. pauperula* Michx., *Equisetum fluviatile* L., *Comarum palustre* L., *Eriophorum polystachion* Honck., *Rumex acetosa* L. Моховой покров неоднородный, образован смесью сфагновых и гипновых мхов: *Sphagnum angustifolium* (C. E. O. Jensen ex Russow) C. E. O. Jensen, *S. warnstorffii* Russow, *S. teres* (Schimp.) Angstr., *Paludella squarrosa* (Hedw.) Brid., *Plagiomnium ellipticum* (Brid.) T. J. Kop), *Tomentypnum nitens* (Hedw.) Loeske, *Calliergon giganteum* (Schimp.) Kindb., *Climacium dendroides* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr.

Значительную площадь исследуемого болота занимают облесенные осоково-разнотравно-сфагновые, разнотравно-гипновые и тростниково-сфагновые сообщества. В наиболее обводненных частях массива распространены вахтовые, осоково-вахтовые, разнотравно-моховые фитоценозы. По результатам маршрутных исследований вдоль трансекты от края до центра болота в облесенной части выделены четыре растительных сообщества (РС). Березово-осоково-вахтово-моховое сообщество (РС1) находится в открытой и наиболее обводненной слабооблесенной части массива с проточным режимом увлажнения. Березово-вахтово-осоково-сфагновое (РС2), березово-тростниково-разнотравно-сфагновое (РС3) и древесно-осоково-вахтовое (РС4) сообщества в облесенной части болота характеризуются кочковатым и кочковато-западинным микро-рельефом.

Натурные исследования проведены в 2022–2024 гг. Геоботанические описания выполнены согласно общепринятой методике на 16 площадках размером 10×10 и 20×20 м [Методы..., 1991; Ипатов, Мирин, 2008] в пределах каждого РС. Названия растений приведены по:

[Черепанов, 1995; Ignatov et al., 2006]. Перечет древесных растений в растительных сообществах проводили согласно общепринятой в лесной таксации методике и анализировали в соответствии с методическими указаниями [Таксация..., 2014]. Всего в четырех растительных сообществах заложено 20 круговых пробных площадей (размером 300 м<sup>2</sup>) – по пять в каждом РС. Состав древостоя рассчитан по количеству деревьев диаметром более 4 см.

Для определения надземной массы деревьев и общей (надземной и подземной) массы кустарников применяли метод модельных деревьев [Усольцев, Залесов, 2005]. Отобрано 25 моделей восьми видов, в том числе 11 экземпляров берез, 5 – сосен, 2 – ели, 3 – ивы, 2 – крушины, 1 – можжевельника и 1 – рябины. Их высота – от 0,6 до 10,3 м, диаметр крупных деревьев – от 4 до 20 см. Каждое модельное дерево разделяли на фракции: стволовая древесина, стволовая кора, хвоя (листья), ветви. У кустарников выделяли ствол, ветви, хвою (листья) и корни. Образцы фракции фитомассы каждого модельного дерева и кустарника высушивались при температуре +105 °С до абсолютно сухого состояния. Расчеты абсолютно сухого веса (а. с. в.) надземной части модельных деревьев и общей массы кустарников проведены согласно методикам [Родин и др., 1968; Усольцев, Залесов, 2005]. На основании полученных результатов и перечетных данных рассчитана надземная масса каждого вида древесного растения на единицу площади для всех РС. Отдельно отбирали спилы модельных деревьев и керны для определения возраста.

Массу корней березы, сосны и ели определяли методом монолитов согласно рекомендациям [Родин и др., 1968], которые используются при оценке продуктивности болот и другими

авторами [Kosykh et al., 2008; Головацкая, 2017; Коронатова, Косых, 2022; Титлянова, Вишнякова, 2022]. Отбор монолитов проводился с помощью шаблона площадью 435 см<sup>2</sup> на глубину до 30–40 см в 10-кратной повторности в каждом растительном сообществе. Монолиты промывались через сито для выделения корней древесных растений [Родин и др., 1968]. Полученные образцы корней распределяли по видам, затем высушивали при температуре +105 °С до абсолютно сухого состояния и взвешивали. Данные по запасам корней рассчитывали в г/м<sup>2</sup>.

Для определения запасов углерода в фитомассе использовали опубликованные данные по концентрации углерода в древесных растениях таежной зоны [Бобкова, Тужилкина, 2001; Пристова, 2022]. Запас углерода рассчитывали умножением массы фракции фитомассы каждого вида древесного растения на концентрацию в ней углерода.

## Результаты и обсуждение

### Фитомасса древесной растительности.

Фитомасса древесного яруса в исследуемых болотных фитоценозах определяется численностью и морфоструктурой деревьев. Число древесных растений в наиболее облесенных растительных сообществах (РС2, РС3, РС4) в среднем около 3 тыс. экз./га (табл. 1). Количество деревьев диаметром более 4 см в среднем составляет 0,6 тыс. экз./га и варьирует от 0,2 до 1,2 тыс. экз./га. В РС1 встречаются единичные деревья и подрост до 0,7 тыс. экз./га. В этом сообществе количество крупных деревьев небольшое – 0,08 тыс. экз./га. Участие кустарников составляет от 4 до 21 % от общей численности древесных растений исследуемого болота, в тех растительных сообществах, где они есть.

Таблица 1. Численность древесных растений низинного болота, экз./га

Table 1. Number of woody plants in the eutrophic fen, sp./ha

Вид / Species	PC1/VC1	PC2/VC2	PC3/VC3	PC4/VC4
<i>Pinus sylvestris</i>	44	200	316	333
<i>Betula pubescens</i>	649	2572	1765	2548
<i>Picea obovata</i>	33	125	192	183
<i>Frangula alnus</i>	-	42	8	-
<i>Sorbus aucuparia</i>	-	25	-	-
<i>Juniperus communis</i>	-	42	-	-
<i>Salix caprea</i>	-	-	616	-
<i>S. phylicifolia</i>	-	8	-	-
Итого / Total	726	3014	2897	3064

Примечание. Здесь и в табл. 2, 4: PC – растительное сообщество. «-» – вид отсутствует.

Note. Here and in Tables 2, 4: VC – vegetation community. «-» – the species is absent.

Показатели диаметра и высоты у деревьев с диаметром более 4 см различаются в зависимости от древесной породы и растительного сообщества. Средний диаметр деревьев березы в PC2 и PC3 составляет около 8 см, высота 5 м, в PC4 – 10 см и 7 м соответственно. Средний диаметр сосны в PC2 составляет 11 см, высота – 6 м, на PC3 – 9 см и 6 м, в PC4 несколько выше – 12 см и 7 м соответственно. Ель на исследуемом болоте имеет небольшую численность, низкорослая, в угнетенном состоянии, ее средний диаметр 8 см, высота 3 м. Возраст деревьев березы составляет 16–40 лет, сосны – 14–50 лет, ели – 10–32 года, максимальный возраст отдельных деревьев достигает 80 лет.

Фитомасса древесного яруса в растительных сообществах (за исключением PC1) на исследуемом болоте варьирует от 1027 до 3871 г/м<sup>2</sup>, при этом большая часть (70–74 %) накапливается в надземной части – от 759 до 2763 г/м<sup>2</sup> (табл. 2). Наиболее высоким запасом фитомассы древесных растений характеризуется березово-осоково-вахтовое сообщество (PC4), более низким – березово-вахново-осоково-сфагновое (PC2). В слабооблесенной части болота (PC1) фитомасса древесных растений в 9–32 раза ниже, чем на участках низинного болота с выраженным древесным ярусом.

Полученные результаты близки к значениям фитомассы древесного яруса для мезотрофных болот Карелии (1890–3980 г/м<sup>2</sup>) [Елина и др., 1984], а также для березово-телиптерисового (1500 г/м<sup>2</sup>) и сосново-пушицево-сфагнового (3200 г/м<sup>2</sup>) сообществ эвтрофного болота Тульской области [Леонова и др., 2023]. Широкий диапазон варьирования запасов фитомассы древесного яруса отмечают в олиготрофных и мезотрофных болотах Сибири – 239–2140 г/м<sup>2</sup> [Косых и др., 2018]. Если сопоставить полученные данные с фитомассой заболоченных лесов, то они, как правило, ниже по сравнению с сосняками и примерно близки к березнякам. Так, фитомасса сосняка кустарничково-сфагнового для европейской части России составляет 3940 г/м<sup>2</sup> [Вомперский, Иванов, 1978], болотно-травянистого в Карелии – 6780 г/м<sup>2</sup> [Казимиров и др., 1977], в среднетаежных заболоченных березняках Карелии осоково-сфагнового и тростниково-сфагнового типов – 2300–2630 г/м<sup>2</sup> [Кучко, Матюшкин, 1971; Медведева и др., 1977].

На исследованном болоте наибольший вклад в надземную фитомассу древесных растений болота вносит береза, наименьший – ель (табл. 2). Низкий запас фитомассы ели обусловлен ее небольшой численностью и угнетенным состоянием деревьев (табл. 1).

Таблица 2. Фитомасса древесных растений низинного болота, г/м<sup>2</sup> а. с. в.

Table 2. Phytomass of woody plants of the eutrophic fen, g/m<sup>2</sup> dry matter

Древесная порода, фракция фитомассы Wood species, phytomass fraction	PC1/VC1	PC2/VC2	PC3/VC3	PC4/VC4
Береза, в т. ч. / Birch, including	98,5	676,1	972,3	2922,6
древесина / wood	49,8 ± 6,3	306,1 ± 19,7	443,8 ± 22,9	1219,1 ± 42,0
листья / leaves	8,0 ± 0,9	44,6 ± 2,9	55,6 ± 6,8	177,7 ± 6,1
ветви / branches	10,3 ± 1,4	47,7 ± 3,0	136,1 ± 9,0	372,2 ± 12,8
кора / bark	13,9 ± 1,9	80,9 ± 5,2	126,3 ± 8,2	322,1 ± 11,1
корни / roots	16,5 ± 2,7	196,8 ± 21,9	210,5 ± 24,7	831,5 ± 18,7
Сосна, в т. ч. / Pine, including	13,5	301,9	394,1	885,2
древесина / wood	3,8 ± 0,9	160,6 ± 13,0	190,1 ± 4,3	411,8 ± 40,1
хвоя / needles	3,7 ± 1,0	25,7 ± 2,1	36,9 ± 5,3	65,9 ± 6,4
ветви / branches	2,5 ± 0,7	27,4 ± 22,1	43,0 ± 3,6	70,2 ± 6,8
кора / bark	1,1 ± 0,3	28,6 ± 2,3	34,6 ± 1,5	73,3 ± 7,1
корни / roots	2,4 ± 0,3	59,6 ± 4,8	89,5 ± 7,5	264,0 ± 28,4
Ель, в т. ч. / Spruce, including	7,5	48,1	40,4	63,3
древесина / wood	2,7 ± 0,5	28,5 ± 6,9	15,3 ± 3,2	39,7 ± 9,7
хвоя / needles	1,7 ± 0,3	4,3 ± 1,1	9,4 ± 2,0	6,0 ± 1,5
ветви / branches	0,8 ± 0,1	2,3 ± 0,6	4,9 ± 1,0	3,3 ± 0,8
кора / bark	0,8 ± 0,1	1,5 ± 0,4	4,7 ± 1,0	2,0 ± 0,5
корни / roots	1,5 ± 0,4	11,5 ± 1,8	6,1 ± 0,2	12,3 ± 2,1
Кустарники / Shrubs	-	0,6 ± 0,1	1,2 ± 0,3	-
Всего / Total	119,5	1026,7	1408,0	3871,1

Примечание. Здесь и в табл. 4: «-» – отсутствует компонент фитомассы.

Note. Here and in Table 4: «-» – the phytomass component is absent.

В целом доля участия березы в накоплении надземной фитомассы древесных растений болота варьирует от 46 до 99 %, сосны – от 1 до 50 %, ели – от 1 до 23 %. Вклад древесины березы в накопление ее надземной фитомассы на болоте составляет в среднем 58 %, листьев – 9 %, ветвей – 18 %, коры – 15 %; для сосны эти показатели соответственно 66, 11, 11 и 12 %, для ели – 78, 12, 6 и 4 %. Близкое соотношение компонентов фитомассы приводится для сосны на верховых болотах среднетаежной подзоны Западной Сибири, где на ствол приходится 67 %, хвою – 14 %, ветви – 19 % от общих запасов надземной фитомассы [Коронатова, Косых, 2022].

Вклад кустарников в общий запас органической массы древесных растений исследуемого болота незначителен и не превышает 1,2 г/м<sup>2</sup> (табл. 2). Распределение запасов фитомассы по компонентам у кустарников различается. У рябины, ивы козьей и крушины 65–76 % надземной фитомассы составляют стволы, 7–10 % – ветви, 11–15 % – листья и 8–10 % – кора. Для можжевельника характерно приблизительно равное количество органического вещества, накапливаемого в стволыках и хвое – по 37 %, 15 % в ветвях, 7 % в коре и 4 % в шишках.

Соотношение отдельных фракций в фитомассе деревьев зависит от размеров деревьев. Так, у более крупных берез с диаметром ствола свыше 4 см на древесину приходится больше половины надземной фитомассы, у деревьев с меньшим диаметром ее участие снижается, но при этом возрастает доля листьев. На всех учетных площадках на долю деревьев с диаметром более 4 см приходится от 81 до 98 % надземных запасов органического вещества.

В подземной части древесных растений исследуемого болота (за исключением РС1) на глубине до 30–40 см аккумулируется от 267 до 1108 г/м<sup>2</sup> органического вещества, или 22–28 % от общей фитомассы древесных растений (табл. 2). Это довольно близко к литературным данным, согласно которым около 30 % фитомассы древесного яруса лесных болот сосредоточены в ее подземной части [Боч, Мазинг, 1979]. В слабооблесенной части болота (РС1) корни древесных растений накапливают значительно меньше органического вещества – 20,4 г/м<sup>2</sup>, что составляет 17 % от общей фитомассы древесных растений данного сообщества. На верховых болотах Западной Сибири доля корней на глубине 0–30 см в общей фитомассе составила 21 % [Коронатова, Косых, 2022]. Довольно близкие показатели по запасам корней приводятся для мезотрофных болот Карелии – от 40 до 1130 г/м<sup>2</sup> [Елина и др., 1984]

и среднетаежных березняков Карелии болотно-травянистого типа – 1210 г/м<sup>2</sup> [Казимиров и др., 1977]. Согласно полученным данным, доля сосущих и тонких проводящих корней березы диаметром менее 2 мм в среднем составляет 16 % от подземной фитомассы.

**Запасы углерода в фитомассе.** Сведения о содержании углерода в болотных растениях в литературе приводятся редко, имеются единичные публикации по концентрации углерода в кустарничках, травах и мхах [Углерод..., 2014]. В данной работе использованы значения концентрации углерода в древесных растениях лиственных и хвойных лесов средней тайги Республики Коми, согласно которым этот показатель варьирует от 45,7 до 50,1 %, в зависимости от вида растения и фракции фитомассы (табл. 3).

На основе данных по фитомассе и концентрации углерода в органическом веществе растений рассчитано, что древесные растения исследуемого болота аккумулируют углерода от 56 до 1742 г С/м<sup>2</sup>, в том числе в надземной фитомассе – от 46 до 1321 г С/м<sup>2</sup> (табл. 4). Древесная растительность исследуемого болота в более облесенной его части (РС2–РС4) в среднем накапливает 969 г С/м<sup>2</sup>. На болотах Карелии древостой накапливает от 1 г С/м<sup>2</sup> в малооблесенной аапа части болота до 556 г С/м<sup>2</sup> в верховых грядово-мочажинных комплексах [Kutenkov et al., 2024]. Согласно данным литературы, в надземной части древесной растительности болот Западной Сибири депонируется от 165 до 532 г С/м<sup>2</sup> [Коронатова, 2022]. Максимальные значения запасов углерода получены для наиболее облесенной части (РС4), минимальные – в слабооблесенной части болота (РС1) (табл. 4). В общем запасе углерода древесных растений болота на долю березы приходится от 64 до 82 %, в зависимости от растительного сообщества, сосны – от 12 до 31 %, ели – от 2 до 7 %. Значительная часть углерода (72–83 %) накапливается в надземной части древесных растений, в подземной – 17–28 %.

Распределение углерода по фракциям фитомассы древесных растений неравномерно: наибольшее количество углерода депонируется в стволах деревьев (44–54 %), в ветвях – 8–13 %, в ассимилирующих органах – около 7 %, в корнях 22–29 %. Таким образом, на исследуемом болоте 72–83 % углерода древесных растений депонируется в стволах и корнях.

## Выводы

1. Фитомасса древесных растений низинного болота подзоны средней тайги Республики Коми варьирует от 120 г/м<sup>2</sup> на малооблесенных

Таблица 3. Содержание углерода в некоторых видах древесных растений, %  
Table 3. Carbon content in some types of woody plants, %

Вид Species	Фракция Fraction	Концентрация углерода Carbon content	Источник данных Data source
<i>Betula pubescens</i>	ствол / trunk	45,7 ± 1,6	Пристова, 2022 Pristova, 2022
	ветви / branches	47,8 ± 1,7	
	листья / leaves	47,2 ± 1,7	
	корни / roots	46,2 ± 1,6	
<i>Picea obovata</i>	ствол / trunk	47,4 ± 1,7	
	ветви / branches	49,7 ± 1,8	
	хвоя / needles	50,1 ± 1,8	
	корни / roots	47,5 ± 1,7	
<i>Sorbus aucuparia</i>	ствол / trunk	45,3 ± 1,2	
	ветви / branches	46,2 ± 1,5	
	листья / leaves	45,5 ± 1,5	
	корни / roots	45,8 ± 1,2	
<i>Salix caprea</i>	ствол / trunk	46,1 ± 1,5	
	ветви / branches	48,9 ± 1,6	
	листья / leaves	47,5 ± 1,5	
	корни / roots	47,9 ± 1,4	
<i>Pinus sylvestris</i>	ствол / trunk	47,9 ± 0,8	Бобкова, Тужилкина, 2001 Bobkova, Tuzhilkina, 2001
	ветви / branches	47,2 ± 1,6	
	хвоя / needles	46,3 ± 1,3	
	корни / roots	49,5 ± 0,8	

Таблица 4. Запасы углерода в фитомассе древесных растений низинного болота, г С/м<sup>2</sup>  
Table 4. Carbon stocks in the tree phytomass of the eutrophic fen, g C/m<sup>2</sup>

Древесная порода, часть фитомассы Wood species, part of the phytomass	PC1/VC1	PC2/VC2	PC3/VC3	PC4/VC4
Береза, в т. ч. Birch, including	45,5	315,4	454,9	1265,1
надземная / aboveground	37,9	224,5	357,6	980,9
подземная / underground	7,6	90,9	97,3	384,2
Сосна, в т. ч. Pine, including	6,4	152,9	199,6	446,9
надземная / aboveground	5,2	123,4	155,3	316,2
подземная / underground	1,2	29,5	44,3	130,7
Ель, в т. ч. Spruce, including	3,7	22,6	19,2	29,5
надземная / aboveground	3,0	17,1	16,3	23,7
подземная / underground	0,7	5,5	2,9	5,8
Кустарники / Shrubs	-	0,3	0,6	-
Всего / Total	55,6	491,2	674,3	1741,5

участках до 3871 г/м<sup>2</sup> на участках с хорошо развитым древесным ярусом. Основной вклад в аккумуляцию органического вещества принадлежит деревьям березы и сосны, доля кустарников составляет менее 0,1 % общей фитомассы.

2. Запасы углерода в фитомассе древесных растений низинного болота составляют от 56 до 1742 г С/м<sup>2</sup>. Значительная доля углерода депонируется в надземной части древесных

растений (72–83 %), при этом около половины приходится на стволовую древесину.

3. Показатели запасов фитомассы и углерода древесных растений в разных сообществах различаются в 9–32 раза. Это обусловлено различиями в численности древесных растений, их таксационных показателей и жизненного состояния, что, в свою очередь, связано с неоднородностью гидрологических условий в пределах исследованного болотного массива.

## Литература

- Бобкова К. С., Тужилкина В. В.* Содержание углерода и калорийность органического вещества в лесных экосистемах Севера // *Экология*. 2001. № 1. С. 69–74.
- Боч М. С., Мазинг В. В.* Экосистемы болот СССР. Л.: Наука, 1979. 187 с.
- Вагина Т. А., Шатохина Н. Г.* Динамика запасов надземной и подземной органической массы степных, луговых и болотных фитоценозов // *Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы*. Т. 2. Биогеоэкологические процессы. Новосибирск: Наука, 1976. С. 217–264.
- Вомперский С. Э., Иванов А. И.* Вертикально-фракционная структура и первичная продукция сосняков болотного ряда // *Лесоведение*. 1978. № 6. С. 13–23.
- Головацкая Е. А.* Биомасса и продукция древесного яруса сосново-кустарничково-сфагновых болот южной тайги Западной Сибири // *Лесоведение*. 2017. № 2. С. 102–110. doi: 10.31857/S0024114822040052
- Грабовик С. И., Канцерова Л. В.* Многолетний мониторинг растительного покрова на осушенных болотах Южной Карелии (на примере мезотрофного травяно-сфагнутого болота) // *Экология*. 2023. № 1. С. 13–21. doi: 10.31857/S0367059723010067
- Елина Г. А., Кузнецов О. Л., Максимов А. И.* Структурно-функциональная организация и динамика болотных экосистем Карелии. Л.: Наука, 1984. 128 с.
- Ефремов С. П., Ефремова Т. Т., Блойтен В.* Биологическая продуктивность и углеродный пул фитомассы лесных болот Западной Сибири // *Сибирский экологический журнал*. 2005. № 1. С. 29–44.
- Ипатов В. С., Мирин Д. М.* Описание фитоценоза. Методические рекомендации. СПб.: СПбГУ, 2008. 70 с.
- Кадастр* особо охраняемых природных территорий Республики Коми / Под ред. С. В. Дегтевой, В. И. Пономарева. Сыктывкар: Ин-т биологии Коми НЦ УрО РАН, 2014. 428 с.
- Казимиров Н. И., Волков А. Д., Зябченко С. С.* Обмен веществ и энергии в сосновых лесах Европейского Севера. Л.: Наука, 1977. 304 с.
- Копотева Т. А., Купцова В. А.* Динамика фитомассы и продукции мезотрофного болота в ходе повторного заболачивания после мелиорации в Приамурье // *Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата*. 2016. Т. 7, № 2. С. 3–12.
- Копотева Т. А., Косых Н. П.* Сравнительная оценка структуры фитомассы и продуктивности мезотрофных кустарничково-сфагновых болот зоны тайги // *Сибирский экологический журнал*. 2011. № 2. С. 301–307.
- Коронатова Н. Г., Косых Н. П.* Продуктивность древесного яруса на верховых болотах в таежной зоне Западной Сибири // *Лесоведение*. 2022. № 4. С. 432–448. doi: 10.31857/S0024114823010035
- Коронатова Н. Г.* Запас углерода древесного яруса верхового болота в Западной Сибири // *Научные основы устойчивого управления лесами: Мат-лы Всерос. конф. с междунар. участием (25–29 апреля 2022 г., Москва)*. М.: ЦЭПЛ, 2022. С. 230–232.
- Косых Н. П., Коронатова Н. Г.* Запасы общей фитомассы и чистая первичная продукция болотных экосистем Сургутского Полесья // *Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата*. 2010. Т. 1, № 2. С. 41–46.
- Косых Н. П., Коронатова Н. Г., Степанова В. А.* Растительность и продуктивность болотных экосистем заповедника «Юганский» // *Динамика окружающей среды и глобальных изменений климата*. 2018. Т. 9, № 1. С. 53–61. doi: 10.17816/edgcc8950
- Косых Н. П., Махаткова И. Д.* Структура растительного вещества в лесо-болотных экосистемах средней тайги Западной Сибири // *Вестник ТГПУ*. 2008. Вып. 4(78). С. 77–80.
- Кучко А. А., Матюшкин В. А.* Надземная фитомасса березняков южной Карелии и ее изменение с возрастом древостоев // *Лесные растительные ресурсы южной Карелии*. Петрозаводск: Карелия, 1971. С. 41–56.
- Леонова О. А., Бахмат И. В., Солдатова А. В., Волкова Е. М.* Запас органического вещества в надземной части растительных сообществ разных типов болот Тульской области // *XII Галкинские чтения – Типы болот регионов России: Мат-лы конф. (Санкт-Петербург, 3 февраля 2023 г.)*. СПб.: БИН РАН, 2023. С. 76–79.
- Медведева В. М., Егорова Н. В., Антипин В. К.* Биологический круговорот азота и зольных элементов в некоторых типах заболоченных лесов и болот // *Стационарное изучение заболоченных лесов и болот в связи с мелиорацией*. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1977. С. 123–147.
- Методы исследований болотных экосистем таежной зоны* / Отв. ред. О. Л. Кузнецов. Л.: Наука, 1991. 128 с.
- Мигловец М. Н., Гончарова Н. Н.* Биологическая продуктивность аапа болота бассейна р. Печора // *Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Мат-лы XVI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Киров, 3–5 декабря 2018 г.)*. Кн. 1. Киров: ВятГУ, 2018. С. 84–87.
- Мироньчева-Токарева Н. П., Шибарева С. В., Громадка П.* Запасы фитомассы и депонированных в ней элементов питания в травяном болоте Польши // *Сибирский экологический журнал*. 2009. Т. 16, № 2. С. 261–267.
- Пристова Т. А.* Содержание углерода в растениях среднетаежных лиственных фитоценозов Республики Коми // *Принципы экологии*. 2022. № 3. С. 43–49. doi: 10.15393/j1.art.2022.12402
- Пьявченко Н. И.* Биологическая продуктивность и круговорот веществ в болотных лесах Западной Сибири // *Лесоведение*. 1967. № 3. С. 32–43.
- Родин Л. Е., Ремезов Н. П., Базилевич Н. И.* Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л.: Наука, 1968. 145 с.
- Сафин М. Г.* Лесорастительные условия и фитоценозы сфагновых болот Марийского полесья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2011. 22 с.
- Таксация леса: методические указания*. СПб.: СПбГЛТУ, 2014. 59 с.

Титлянова А. А., Вишнякова Е. К. Изменение продуктивности болотных и травяных экосистем по широтному градиенту // Почвы и окружающая среда. 2022. Т. 5, № 2. С. 32–50. doi: 10.31251/pos.v5i2.176

Углерод в лесных и болотных экосистемах ООПТ Республики Коми / Под ред. К. С. Бобковой, С. В. Загировой. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2014. 202 с.

Усольцев В. А., Залесов С. В. Методы определения биологической продуктивности насаждений. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2005. 147 с.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

Юрковская Т. К. Высшие единицы классификации растительности болот // Ботанический журнал. 1995. Т. 80, № 11. С. 28–33.

Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A., Abolina A., Akatova T. V., Baisheva E. Z., Bardunov L. V., Baryakina E. A., Belkina O. A., Bezgodov A. G., Boychuk M. A., Cherdantseva V. Ya., Czernyadjeva I. V., Doroshina G. Ya., Dyachenko A. P., Fedosov V. E., Goldberg I. L., Ivanova E. I., Jukoniene I., Kannukene L., Kazanovsky S. G., Kharzinov Z. Kh., Kurbatova L. E., Maksimov Ya. I., Mamatkulov U. K., Manakyan V. A., Maslovsky O. M., Napreenko M. G., Otnyukova T. N., Partyka L. Ya., Pisarenko O. Yu., Popova N. N., Rykovsky G. F., Tubanova D. Ya., Zheleznova G. V., Zolotov V. I. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // *Arctoa*. 2006. Vol. 15. P. 1–130. doi: 10.15298/arctoa.15.01

IPCC: Summary for Policymakers // *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* / Eds. Masson-Delmotte V., Zhai P., Pirani A., Connors S. L., Péan C., Berger S., Caud N., Chen Y., Goldfarb L., Gomis M. I., Huang M., Leitzell K., Lonnoy E., Matthews J. B. R., Maycock T. K., Waterfield T., Yelekçi O., Yu R., Zhou B. Cambridge: Cambridge University Press; 2021. P. 3–32. doi: 10.1017/9781009157896.001

Joosten H., Sirin A., Couwenberg J., Laine J., Smith P. The role of peatlands in climate regulation // *Peatland restoration and ecosystem services: science, policy and practice* / Eds. Bonn A., Allott T., Evans M., Joosten H., Stoneman R. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2016. P. 63–76.

Joosten H., Tannenberger F., Moen A. Mires and peatlands of Europe. Status, distribution and conservation. Spain, 2017. 780 p. doi: 10.1127/mreseurope/2017/0001-0001

Kosykh N. P., Koronatova N. G., Mironycheva-Tokareva N. P., Vishnyakova E. K., Ivchenko T. G., Kurbatskaya S. S., Peregon A. M. The bogs in a forest – steppe region of Western Siberia: plant biomass and net primary production (NPP) // *Water*. 2023. Vol. 15, no. 20. P. 3526. doi: 10.3390/w15203526

Kosykh N. P., Koronatova N. G., Naumova N. B., Titlyanova A. A. Above- and below-ground phytomass and net primary production in boreal mire ecosystems of Western Siberia // *Wetlands Ecology and Management*. 2008. Vol. 16. P. 139–153.

Kutenkov S. A., Kuznetsov O. L., Kantserova L. V., Mironov V. L., Ignashov P. A., Talbonen E. L., Vasyuta V. S. Phytomass carbon pools of Koivulambisuo mire system (South Karelia) // *Environmental Dynamics and Global Climate Change*. 2024. No. 15(1). P. 68–73. doi: 10.18822/edgccc635207

Laine A. M., Bubier J., Riutta T., Nilsson M. B., Vasander H., Tuittila E. S., Moore T. R. Abundance and composition of plant biomass as potential controls for mire net ecosystem CO<sub>2</sub> exchange // *Botany*. 2012. Vol. 90, no. 1. P. 63–74. doi: 10.1139/b11-068

Purra A. H., Penttilä T., Ojanen P., Minkkinen K., Aurela M., Lohila A., Ilomets M. Carbon dioxide fluxes and vegetation structure in rewetted and pristine peatlands in Finland and Estonia // *Boreal Environ. Res*. 2019. Vol. 24. P. 1–6.

## References

Bobkova K. S., Tuzhilkina V. V. Carbon content and caloric content of organic matter in forest ecosystems of the North. *Ekologiya = Ecology*. 2001;1:69–74. (In Russ.)

Bobkova K. S., Zagirova S. V. (eds.). Carbon in forest and swamp ecosystems of protected areas of the Komi Republic. Syktывkar: Komi NTs URO RAN; 2014. 202 p. (In Russ.)

Boch M. S., Mazing V. V. Ecosystems of swamps in the USSR. Leningrad: Nauka; 1979. 187 p. (In Russ.)

Cherepanov S. K. Vascular plants of Russia and neighboring countries (within the former USSR). St. Petersburg: Mir i sem'ya; 1995. 992 p. (In Russ.)

Degteva S. V., Ponomarev V. I. (eds.). Cadastre of specially protected natural territories of the Komi Republic. Syktывkar: Komi NTS URO RAN; 2014. 428 p. (In Russ.)

Efremov S. P., Efremova T. T., Bloiten V. Biological productivity and carbon pool of phytomass of forest swamps of Western Siberia. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal = Siberian Ecological Journal*. 2005;1:29–44. (In Russ.)

Elina G. A., Kuznetsov O. L., Maksimov A. I. Structural and functional organization and dynamics of swamp ecosystems in Karelia. Leningrad: Nauka, 1984. 128 p. (In Russ.)

Forest taxation: methodological guidelines. St. Petersburg: SPbGLTU; 2014. 59 p. (In Russ.)

Golovatskaya E. A. Biomass and production of the wood layer of the pine-shrub-sphagnum swamps of the southern taiga of Western Siberia. *Lesovedenie = Forest Science*. 2017;2:102–110. (In Russ.). doi: 10.31857/S0024114822040052

Grabovik S. I., Kantserova L. V. Long-term monitoring of vegetation cover in drained swamps of South Karelia (on the example of a mesotrophic grass-sphagnum swamp). *Ekologiya = Ecology*. 2023;1:13–21. (In Russ.). doi: 10.31857/S0367059723010067

Ipatov V. S., Mirin D. M. Description of phytocenosis. Methodological recommendations. St. Petersburg: SPbGU; 2008. 70 p. (In Russ.)

Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A., Abolina A., Akatova T. V., Baisheva E. Z., Bardunov L. V., Baryakina E. A., Belkina O. A., Bezgodov A. G., Boychuk M. A., Cherdantseva V. Ya., Czernyadjeva I. V.,

- Doroshina G. Ya., Dyachenko A. P., Fedosov V. E., Goldberg I. L., Ivanova E. I., Jukoniene I., Kannukene L., Kazanovsky S. G., Kharzinov Z. Kh., Kurbatova L. E., Maksimov Ya. I., Mamatkulov U. K., Manakyan V. A., Maslovsky O. M., Napreenko M. G., Otnyukova T. N., Partyka L. Ya., Pisarenko O. Yu., Popova N. N., Rykovsky G. F., Tubanova D. Ya., Zheleznova G. V., Zolotov V. I. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. *Arctoa*. 2006;15:1–130. doi: 10.15298/arctoa.15.01
- IPCC: Summary for Policymakers. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press; 2021. P. 3–32. doi: 10.1017/9781009157896.001
- Joosten H., Sirin A., Couwenberg J., Laine J., Smith P. The role of peatlands in climate regulation. *Peatland restoration and ecosystem services: science, policy and practice*. Cambridge: Cambridge University Press; 2016. P. 63–76.
- Joosten H., Tannenberger F., Moen A. Mires and peatlands of Europe. Status, distribution and conservation. Spain; 2017. 780 p. doi: 10.1127/mreseurope/2017/0001-0001
- Kazimirov N. I., Volkov A. D., Zyabchenko S. S. Metabolism and energy exchange in the pine forests of the European North. Leningrad: Nauka; 1977. 304 p. (In Russ.)
- Kopoteva T. A., Kuptsova V. A. Dynamics of phytomass and production on reclaimed mesotrophic mire during repeated water-logging process in the lower Amur region. *Dinamika okruzhayushchei sredy i global'nye izmeneniya klimata = Environmental Dynamics and Global Climate Change*. 2016;7(2):3–12. (In Russ.)
- Kopoteva T. A., Kosykh N. P. Comparative assessment of the structure of phytomass and productivity of mesotrophic shrub-sphagnum swamps of the taiga zone. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal = Siberian Ecological Journal*. 2011;2:301–307. (In Russ.)
- Koronatova N. G., Kosykh N. P. Productivity of the tree tier in the upper marshes in the taiga zone of Western Siberia. *Lesovedenie = Forest Science*. 2022;4:432–448. (In Russ.). doi: 10.31857/S0024114823010035
- Koronatova N. G. Carbon reserve of the tree tier of the upland swamp in Western Siberia. *Nauchnye osnovy ustoychivogo upravleniya lesami: Mat-ly Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiem (Moskva, 25–29 aprelya 2022) = Scientific foundations of sustainable forest management: proceedings of the All-Russian conf. with int. part. (Moscow, April 25–29, 2022)*. Moscow: CEPL; 2022. P. 230–232. (In Russ.)
- Kosykh N. P., Koronatova N. G. Reserves of total phytomass and pure primary production of swamp ecosystems of the Surgut Polesie. *Dinamika okruzhayushchei sredy i global'nye izmeneniya klimata = Environmental Dynamics and Global Climate Change*. 2010;1(2):41–46. (In Russ.)
- Kosykh N. P., Koronatova N. G., Stepanova V. A. Vegetation and productivity of swamp ecosystems of the Yugansky Reserve. *Dinamika okruzhayushchei sredy i global'nye izmeneniya klimata = Environmental Dynamics and Global Climate Change*. 2018;9(1):53–61. (In Russ.). doi: 10.17816/edgcc8950
- Kosykh N. P., Makhatkova I. D. The structure of plant matter in the forest-marsh ecosystems of the middle taiga of Western Siberia. *Vestnik TGPU = Bulletin of TSPU*. 2008;4(78):77–80. (In Russ.)
- Kosykh N. P., Koronatova N. G., Mironycheva-Tokareva N. P., Vishnyakova E. K., Ivchenko T. G., Kurbatskaya S. S., Peregon A. M. The bogs in a forest – steppe region of Western Siberia: plant biomass and net primary production (NPP). *Water*. 2023;15(20):3526. doi: 10.3390/w15203526
- Kosykh N. P., Koronatova N. G., Naumova N. B., Titlyanova A. A. Above-and below-ground phytomass and net primary production in boreal mire ecosystems of Western Siberia. *Wetlands Ecology and Management*. 2008;16:139–153.
- Kuchko A. A., Matyushkin V. A. Aboveground phytomass of birch forests of south Karelia and its change with the age of stands. *Lesnye rastitel'nye resursy yuzhnoi Karelii = Forest plant resources of South Karelia*. Petrozavodsk: Karelia; 1971. P. 41–56. (In Russ.)
- Kutenkov S. A., Kuznetsov O. L., Kantserova L. V., Mironov V. L., Ignashov P. A., Talbonen E. L., Vasyuta V. S. Phytomass carbon pools of Koivulambisuo mire system (South Karelia). *Environmental Dynamics and Global Climate Change*. 2024;15(1):68–73. doi: 10.18822/edgcc635207
- Kuznetsov O. L. (ed.). Methods of research of marsh ecosystems of the taiga zone. Leningrad: Nauka; 1991. 128 p. (In Russ.)
- Laine A. M., Bubier J., Riutta T., Nilsson M. B., Vasander H., Tuittila E. S., Moore T. R. Abundance and composition of plant biomass as potential controls for mire net ecosystem CO<sub>2</sub> exchange. *Botany*. 2012;90(1):63–74. doi: 10.1139/b11-068
- Leonova O. A., Bakhmat I. V., Soldatova A. V., Volkova E. M. Reserve of organic matter in the above-ground part of plant communities of different types of marshes of the Tula Region. *XII Galkinskie chteniya – Tipy bolot regionov Rossii: Mat-ly konf. (Sankt-Peterburg, 3 fevralya 2023 g.) = XII Galkin Readings – Types of swamps in Russia: conference proceedings (St. Petersburg, Feb. 3, 2023)*. St. Petersburg: BIN RAN; 2023. P. 76–79. (In Russ.)
- Medvedeva V. M., Egorova N. V., Antipin V. K. Biological cycle of nitrogen and ash elements in some types of swampy forests and marshes. *Statsionarnoe izuchenie zabolochennykh lesov i bolot v svyazi s melioratsiei = Stationary study of swampy forests and marshes in connection with land reclamation*. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR; 1977. P. 123–147. (In Russ.)
- Miglovets M. N., Goncharova N. N. Biological productivity of aapa marshes of the Pechora River basin. *Biodiagnostika sostoyaniya prirodnykh i prirodno-tekhnogennykh sistem: Mat-ly XVI Vseros. nauch.-prakt. konf. c mezhdunar. uchastiem (g. Kirov, 3–5 dekabrya 2018 g.) = Biodiagnostics of the state of natural and man-made systems: Proceedings of the XVI All-Russ. scientific and practical conf. with int. part. (Kirov, Dec. 3–5, 2018)*. Book 1. Kirov: VyatGU; 2018. P. 84–87. (In Russ.)
- Mironycheva-Tokareva N. P., Shibareva S. V., Gromadka P. Reserves of phytomass and nutrients

deposited in it in the grass swamp of Poland. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal = Siberian Ecological Journal*. 2009;16(2):261–267. (In Russ.)

*P'yavchenko N. I.* Biological productivity and the circulation of substances in the swamp forests of Western Siberia. *Lesovedenie = Forest Science*. 1967;3:32–43. (In Russ.)

*Pristova T. A.* Carbon content in plants of the middle taiga deciduous phytocenoses of the Komi Republic. *Principy ekologii = Principles of Ecology*. 2022;3:43–49. (In Russ.). doi: 10.15393/j1.art.2022.12402

*Purre A. H., Penttilä T., Ojanen P., Minkkinen K., Aurela M., Lohila A., Ilomets M.* Carbon dioxide fluxes and vegetation structure in rewetted and pristine peatlands in Finland and Estonia. *Boreal Environ. Res*. 2019;24:1–6.

*Rodin L. E., Remezov N. P., Bazilevich N. I.* Methodological guidelines for studying dynamics and biological cycle in phytocenoses. Leningrad: Nauka; 1968. 145 p. (In Russ.)

*Safin M. G.* Forest conditions and phytocenoses of the sphagnum swamps of the Mari Polesie: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Moscow; 2011. 22 p. (In Russ.)

*Titlyanova A. A., Vishnyakova E. K.* Changes in productivity of marsh and grass ecosystems along the latitudinal gradient. *Pochvy i okruzhayushchaya sreda = Soils and the Environment*. 2022;5(2):32–50. (In Russ.). doi: 10.31251/pos.v5i2.176

*Usol'tsev V. A., Zalesov S. V.* Methods for determining biological productivity of plantings. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t; 2005. 147 p. (In Russ.)

*Yurkovskaya T. K.* Higher units of vegetation classification in swamps. *Botanicheskii zhurnal = Botanical Journal*. 1995;80(11);28–33. (In Russ.)

*Vagina T. A., Shatokhina N. G.* Dynamics of reserves of aboveground and underground organic matter of steppe, meadow and marsh phytocenoses. *Struktura, funktsionirovanie i evolyutsiya sistemy biogeotsenozov Baraby. Biogeotsenoticheskie protsessy = Structure, functioning and evolution of the Baraba biogeocenosis system. Biogeocenotic processes*. Vol. 2. Novosibirsk: Nauka; 1976. P. 217–264. (In Russ.)

*Vomperskii S. E., Ivanov A. I.* Vertical fractional structure and primary production of pine forests of the swamp series. *Lesovedenie = Forest Science*. 1978;6:13–23. (In Russ.)

*Поступила в редакцию / received: 01.07.2025; принята к публикации / accepted: 30.10.2025.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.*

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

##### **Пристова Татьяна Александровна**

канд. биол. наук, научный сотрудник отдела лесобиологических проблем Севера

*e-mail: pristova@ib.komisc.ru*

##### **Мигловец Михаил Николаевич**

канд. биол. наук, научный сотрудник отдела лесобиологических проблем Севера

*e-mail: miglovets@ib.komisc.ru*

##### **Гончарова Надежда Николаевна**

канд. биол. наук, научный сотрудник отдела лесобиологических проблем Севера

*e-mail: goncharova@ib.komisc.ru*

##### **Загирова Светлана Витальевна**

д-р биол. наук, заведующая отделом лесобиологических проблем Севера

*e-mail: zagirova@ib.komisc.ru*

#### **CONTRIBUTORS:**

##### **Pristova, Tatiana**

Cand. Sci. (Biol.), Researcher

##### **Miglovets, Mikhail**

Cand. Sci. (Biol.), Researcher

##### **Goncharova, Nadezhda**

Cand. Sci. (Biol.), Researcher

##### **Zagirova, Svetlana**

Dr. Sci. (Biol.), Head of Department