



ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ,
ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ/FORESTRY, FORESTRY, FOREST CROPS, AGROFORESTRY,
LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.14> EDN: QRBHQE

ВИДОВОЙ СОСТАВ СЫРЬЕВЫХ РАСТЕНИЙ НА ВЕРХОВОМ БОЛОТЕ

Научная статья

Грязькин А.В.^{1,*}, Гаврилова О.И.²

²ORCID : 0000-0002-5618-8239;

¹ Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург,
Российская Федерация

² Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (lesovod[at]bk.ru)

Предложена: 15.05.2026; Принята: 29.06.2026; Опубликовано: 20.07.2026

Аннотация

Представлены новые материалы по видовому составу и урожайности ягод на верховом болоте. Для данного болота характерен атмосферный тип водного питания и бедный минеральный состав торфяной залежи. Цель исследования — установить видовой состав и структуру растительности на верховом болоте с оценкой урожайности ягод. Объект исследования — верховое болото с сосной в Прионежском центральном лесничестве Карелии. Общая площадь болота — 16 га. Древесные породы представлены сосной (*Pinus sylvestris* L.), березой карликовой (*Betula nana* L.), ивой болотной (*Salix myrtilloides* L.) и елью европейской (*Picea abies* (L.) H.Karst.). Видовой состав и урожайность ягод на верховом болоте определены методом учетных площадок размером 1×1 м. Всего было заложено 17 учётных площадок по семи типичным участкам болота. На объекте исследования выявлено 6 видов кустарничков, 4 вида сфагнумов, 2 вида лишайников. Кроме этого, встречаются осока заячья (*Carex leporina* L.), пушица болотная (*Eriophorum vaginatum* L.) и кукушкин лен (*Polytrichum commune* Hedw.). По величине встречаемости и проективного покрытия виды различаются. Отмечается, что урожайность водяники (*Empetrum nigrum* L.) оказалась существенно выше урожайности клюквы болотной (*Oxycoccus palustris* Pers.) — 469 и 248 кг/га соответственно. Установлено, что урожайность клюквы и водяники по опытным участкам варьирует в широких пределах — от 16 г/м² до 37 г/м². Урожайность водяники на данном объекте исследования оказалась выше урожайности клюквы на 82% и составила от 33,2 до 92,7 г/м². Полученные результаты могут быть использованы при обновлении нормативной документации по лесопользованию. Материалы исследования также могут быть использованы для сравнения данных, полученных с аналогичных объектов. Кроме этого, данные по урожайности ягод клюквы и водяники, их встречаемости и проективному покрытию используются в учебном процессе при подготовке специалистов по направлению «Лесное дело».

Ключевые слова: Карелия, верховое болото, видовой состав, урожайность ягод.

SPECIES COMPOSITION OF RAW MATERIAL PLANTS IN A RAISED BOG

Research article

Gryazkin A.V.^{1,*}, Gavrilova O.I.²

²ORCID : 0000-0002-5618-8239;

¹ S.M. Kirov Saint Petersburg State Forestry University, Saint-Petersburg, Russian Federation

² Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russian Federation

* Corresponding author (lesovod[at]bk.ru)

Suggested: 15.05.2026; Accepted: 29.06.2026; Published: 20.07.2026

Abstract

New data on the species composition and berry yield in a raised bog are presented. This bog is characterised by atmospheric water supply and a poor mineral composition of the peat deposit. The aim of the study is to determine the species composition and structure of the vegetation in the raised bog while assessing berry yield. The research site is a raised bog with pine trees in the Prionezhsk Central Forest District of Karelia. The total area of the bog is 16 ha. The tree species present are Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), dwarf birch (*Betula nana* L.), basket willow (*Salix myrtilloides* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) H.Karst.). The species composition and berry yield in the raised bog were determined using 1×1 m plot surveys. A total of 17 plots were established across seven typical areas of the bog. Six species of dwarf shrubs, four species of sphagnum mosses and two species of lichens were identified at the research site. In addition, hare's foot sedge (*Carex leporina* L.), bog cotton grass (*Eriophorum vaginatum* L.) and common haircap moss (*Polytrichum commune* Hedw.) were found. The species differ in terms of their abundance and projective cover. It was noted that the yield of black crowberry (*Empetrum nigrum* L.) was significantly higher than that of bog cranberry (*Oxycoccus palustris* Pers.) — 469 and 248 kg/ha respectively. It was established that the yield of cranberry and black crowberry across the experimental plots varied widely — from 16 g/m² to 37 g/m². The yield of crowberry at this research site was 82% higher than that of cranberries, ranging from 33,2 to 92,7 g/m². The obtained results may be used when updating regulatory documentation on forest management. The research materials may also

be used to compare data obtained from similar sites. Furthermore, data on the yield of cranberries and waterberries, their occurrence and projected cover are used in the teaching of forestry specialists.

Keywords: Karelia, raised bog, species composition, berry yield.

Введение

Лесной фонд России характеризуется преобладанием лесов на заболоченных почвах. В таёжной зоне, включая северо-запад нашей страны, преобладают болота верхового типа [1], [2], [3]. На территории России имеется множество болот, площадь которых составляет более 1 тыс. га [4], [6], [7].

Как отечественными, так и зарубежными исследователями предпринимались неоднократные попытки по разработке классификации болотных экосистем [1], [5], [11]. Авторами предлагаются разные варианты классификации болот в разные периоды их формирования [5], [15], [10].

В публикациях, посвящённых исследованию болотных экосистем, основное внимание уделяется видовому составу растительности [2], [3], [8]. Имеются материалы об особенностях растительного покрова верховых болот в условиях таёжной зоны [1], [2], [9]. Несмотря на низкий уровень запасов минеральных веществ верховых болот, общее количество видов, выявленных на болотах, может достигать большого количества видов, включая мхи, лишайники и сосудистые растения [2], [3]. На верховых болотах соотношение видов сосудистых растений, мохообразных и лишайников может составлять 4:2:1 [2], [3], [10].

Установлено, что на видовой состав растительности болот оказывает влияние множество факторов. Главные факторы — лесорастительные условия и тип болота [2], [6], [9], [11]. Состав растений на заболоченных землях зависит также от размера болот, структуры растительных сообществ, расположенных по периметру болот [2], [3], [6]. Кроме этого, как было установлено исследованиями А.М. Лайне и соавторов [11], видовой состав болотной растительности и запасы органического вещества зависят от уровня грунтовых вод.

Запасы органического вещества в болотных экосистемах варьируют существенным образом в зависимости от видового состава и структуры растительности [2], [3]. Максимальные запасы отмечаются на болотах верхового типа, где мощность торфяной залежи может составлять несколько метров [2], [6].

Надземная фитомасса растительности (живой напочвенный покров) верховых, низинных болот и бедных торфяников на территории Канады определяли Т.Р. Моог и соавторы [9]. По данным авторов, средняя надземная фитомасса живого напочвенного покрова на верховом болоте составляет 587 г/м². Установлено, что надземная фитомасса сосудистых растений была выше там, где уровень грунтовых вод был ниже.

Депонирование углерода — важная функция болотных экосистем. Запасы углерода в болотах оценивались в исследованиях множества авторов [9], [13]. В большинстве работ отмечается накопление углерода, в то время как про эмиссию углерода публикаций существенно меньше [6], [11], [14].

Структурная организация болотных экосистем, как особых элементов ландшафта исследована в меньшей степени [1], [5].

В публикации Н.П. Косых и соавторов [3] отмечаются особенности распределения запасов растений на болотах северной тайги в условиях Западной Сибири. В зависимости от видового состава растений, произрастающих на болоте, общий запас фитомассы достигает 15 т/га. На отдельных участках болот отмечается доминирование мхов. На микроповышениях (на буграх) преобладают лишайники.

Методы и принципы исследования

Объект исследования — верховое сфагновое болото большой площади. Болото расположено в Прионежском лесничестве Республики Карелия. По всему периметру болота площадью 16 га произрастают древостои смешанного состава с преобладанием сосны и ели.

Учётные работы по определению видового состава растений проводили на круговых учетных площадках по 10 м² [16]. Учетные площадки закладывали по маршрутному ходу через каждые 25 м по всей длине болота. На каждой учетной площадке определяли встречаемость и проективное покрытие каждого вида. Приемлемая точность измерений достигалась необходимыми количеством учетных площадок [16].

Урожайность клюквы и водяники определяли на учетных площадках размером 1×1 м. Учетные площадки закладывали на характерных участках болота. Всего было выделено 7 участков, с доминированием разных видов растений в составе живого напочвенного покрова. На каждой учетной площадке были собраны все ягоды клюквы и водяники (рис. 1). В лабораторных условиях определяли количество и массу ягод на единице площади. Полученные значения по массе ягод переводили на 1 га.



Рисунок 1 - Учет урожайности ягод водяники (*Empetrum nigrum* L.) и клюквы (*Oxycoccus palustris* Pers.)
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.14.1>

Основные результаты

На объекте исследования в составе древесной растительности доминирует *Pinus sylvestris* L. Кроме сосны, встречаются единичные экземпляры *Salix myrtilloides* L. и *Picea abies* (L.) H.Karst. На отдельных участках болота густыми зарослями представлена *Betula pana* L.

Живой напочвенный покров на объекте исследования включает 15 видов растений (табл. 1). Из этого количества на сфагновые мхи приходится 4 вида, на кустарнички 6 видов. Остальные виды представлены лишайниками (2 вида), осокой, пушицей и кукушкиным льном.

Таблица 1 - Видовой состав, встречаемость и проективное покрытие живого напочвенного покрова на сфагновом болоте

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.14.2>

Название вида	Встречаемость, %	Проективное покрытие, %
Багульник болотный – <i>Rhododendron tomentosum</i> Нармажа	35	4,1

Название вида	Встречаемость, %	Проективное покрытие, %
Водяника черная – <i>Empetrum nigrum</i> L.	35	15,5
Голубика обыкновенная – <i>Vaccinium uliginosum</i> L.	82	16,1
Кладония альпийская – <i>Cladonia alpestris</i> L.	12	1,2
Кладония рангиферина – <i>Cladonia rangiferina</i> (L.) Weber.	12	0,4
Клюква обыкновенная – <i>Oxycoccus palustris</i> Pers.	82	12,4
Кукушкин лен – <i>Polytrichum commune</i> Hedw.,	18	1,3
Мирт болотный – <i>Chamaedaphne calyculata</i> (L.) Moench	76	18,1
Осока заячья- <i>Carex leporina</i> L.	12	4,7
Подбел многолистный – <i>Andromeda polifolia</i> L.	88	8,4
Пушица влагалищная – <i>Eriophorum vaginatum</i> L.	88	19,8
Сфагнум бурый – <i>Sphagnum fuscum</i> (Schimp.) H. Klinggr.	53	15,3
Сфагнум болотный – <i>Sphagnum palustre</i> L.	94	19,2
Сфагнум магелланский – <i>Sphagnum magellanicum</i> Brid.	53	10,2
Сфагнум центральный – <i>Sphagnum centrale</i> C.E.O. Jensen	35	8,1
Итого кустарничков	–	74,6
Итого сфагнума	–	52,8
Всего	–	154,3

Встречаемость отдельных видов растений варьирует в широких пределах, от 12 до 94%. По величине проективного покрытия из состава кустарничков преобладают мирт болотный, водяника черная и голубика обыкновенная (от 16 до 20%). Из сфагновых мхов преобладает сфагнум болотный (более 21%). Наиболее обильно (встречаемость более 76% и проективное покрытие более 8%) на данном верховом болоте представлены 6 видов: *Vaccinium uliginosum* L., *Oxycoccus palustris* Pers., *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench., *Andromeda polifolia* L., *Eriophorum vaginatum* L., *Sphagnum palustre* L.

Болото вытянуто по направлению с запада на восток более чем на 1 км. В ходе учетных работ выявлены различия в видовом составе растений в восточной и западной частях болота. Западная часть болота характеризуется преобладанием кустарничков и кукушкиного льна. В восточной части преобладают осока и сфагновые мхи. Проективное покрытие осоки на отдельных участках превышает 60%. На данных участках болота урожайность клюквы и водяники минимальна.

На всех опытных участках, выделенных на верховом болоте, определена урожайность ягод *Empetrum nigrum* L. и *Oxycoccus palustris* Pers. При этом учитывали количество и массу ягод.

Урожайность ягод голубики на объекте исследования не определяли в связи с тем, что к моменту проведения учетных работ основная часть ягод голубики опала. Оставшиеся на побегах ягоды не могут дать представления об истинной урожайности голубики.

Усредненные данные по урожайности клюквы и водяники представлены в таблице 2. Размер ягод клюквы варьирует в весьма широких пределах, от 6 до 13 мм. Средняя масса одной ягоды варьирует от 0,154 до 0,460 г. Средняя масса 100 ягод составляет 35,1±1,07 г.

Таблица 2 - Средние значения массы и количество ягод на опытных участках

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.14.3>

Опытные участки	Масса ягод, г/м ²		Количество ягод, шт./м ²	
	Клюква	Водяника	Клюква	Водяника
1	37,3	82,6	81	241
2	27,3	—	63	—
3	—	62,9	—	230
4	29,9	48,0	28	210
5	16,3	—	20	—
6	30,3	33,2	68	196
7	32,4	91,7	91	335
Среднее	24,8±0,91	46,9±2,02	51,1±2,37	173±5,3

По итогам учетных работ средний урожай ягод клюквы составил 24,8 г /м². Урожайность водяники оказалась существенно выше — 46,9 г/м². В переводе на 1 га урожайность ягод указанных видов оставляет 248 и 469 кг/га соответственно. Как видно, условия для роста и развития *Empetrum nigrum* L. оказались более благоприятными, чем для *Oxycoccus palustris* Pers.

Заключение

По преобладанию видов на верховом болоте было выделено семь опытных участков. Урожайность ягод водяники и клюквы сильно варьирует в зависимости от состава растительности. Установлено, что масса ягод водяники на 89% больше, чем масса ягод клюквы.

Верховые болота непригодны для ведения классического лесного хозяйства. Главным образом это источник недревесной продукции леса. С другой стороны — это характерный элемент лесных ландшафтов Карелии. В этой связи такие объекты требуют соответствующих мер охраны и защиты.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Елина Г.А. Структурно-функциональная организация и динамика болотных экосистем Карелии / Г.А. Елина, О.Л. Кузнецов, А.И. Максимов. — Ленинград : Наука, Ленинградское отделение, 1984. — 128 с.
2. Гончарова Н.Н. Флора и растительность болот Юго-Запада Республики Коми : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / Н.Н. Гончарова. — Петрозаводск, 2007. — 19 с.
3. Косых Н.П. Растительность и растительное вещество плоскостных торфяников / Н.П. Косых, Н.П. Миронычева-Токарева, Е.В. Михайлова [и др.] // Почвы и окружающая среда. — 2019. — Т. 2. — № 1. — С. 1–12. — DOI: 10.31251/pos.v2i1.55.
4. Волкова Е.М. Развитие сплавинных карстовых болот на северо-востоке Среднерусской возвышенности и аккумуляция углерода в торфяных залежах / Е.М. Волкова, О.А. Леонова, Д.В. Зацаринная // Ботанический журнал. — 2023. — Т. 108. — № 7. — С. 656–669. — DOI: 10.31857/S0006813623070074.
5. Волкова Е.М. Типология и распространение болот на Среднерусской возвышенности / Е.М. Волкова, Д.В. Зацаринная // Разнообразие растительного мира. — 2023. — № 3 (18). — С. 30–43. — DOI: 10.22281/2686-9713-2023-3-30-43.
6. Kirpotin S.N. Great Vasyugan Mire: how the world's largest peatland helps addressing the world's largest problems / S.N. Kirpotin, O.A. Antoshkina, A.E. Berezin [et al.] // Ambio. — 2021. — Vol. 50. — № 11. — P. 2038–2049. — DOI: 10.1007/s13280-021-01520-2.
7. Zarov E.A. Carbon Accumulation and the Possibility of Carbon Losses by Vertical Movement of Dissolved Organic Carbon in Western Siberian Peatlands / E.A. Zarov, E.D. Lapshina, I. Kuhlmann [et al.] // Forests. — 2023. — Vol. 14. — № 12. — 18 p.
8. Бикбаев И.Г. Растительность лесных болот Башкирского Предуралья / И.Г. Бикбаев, В.Б. Мартыненко // Экобиотех. — 2020. — Т. 3. — № 3. — С. 497–504.



9. Леонова О.А. Запасы углерода в торфяных залежах водораздельных болот на северо-востоке Среднерусской возвышенности / О.А. Леонова, Е.М. Волкова // Труды Карельского научного центра РАН. — 2023. — № 8. — С. 20–27. — DOI: 10.17076/eco1845.
10. Volkova I.I. South-Siberian mountain mires: Perspectives on a potentially vulnerable remote source of biodiversity / I.I. Volkova, T.V. Callaghan, I.V. Volkov [et al.] // *Ambio*. — 2021. — Vol. 50. — № 11. — P. 1975–1990. — DOI: 10.1007/s13280-021-01596-w.
11. Moore T.R. Plant biomass, production, CO₂ exchange in an ombrotrophic bog / T.R. Moore, J.L. Bubier, S.E. Frothingham [et al.] // *Journal of Ecology*. — 2002. — Vol. 90. — № 1. — P. 25–36. — DOI: 10.1046/j.0022-0477.2001.00633.x.
12. Laine A.M. *Sphagnum* growth and ecophysiology during mire succession / A.M. Laine, E. Juurola, T. Hájek [et al.] // *Oecologia*. — 2011. — Vol. 167. — № 4. — P. 1115–1125. — DOI: 10.1007/s00442-011-2039-4.
13. Залесов С.В. Роль болот в депонировании углерода / С.В. Залесов // Международный научно-исследовательский журнал. — 2021. — № 7–2 (109). — С. 6–9. — DOI: 10.23670/IRJ.2021.109.7.033.
14. Балежина К.С. Анализ потоков парниковых газов в болотных экосистемах Западной Сибири / К.С. Балежина // Интернаука. — 2020. — № 21–1 (150). — С. 54–55.
15. Tsyganov A.N. Key periods of peatland development and environmental changes in the middle taiga zone of Western Siberia during the Holocene / A.N. Tsyganov, Y.A. Mazei, E.A. Zarov [et al.] // *Ambio*. — 2021. — Vol. 50. — P. 1896–1909.
16. Грязькин А.В. Способ комплексного учёта растительности экосистем : пат. 2852509 РФ / А.В. Грязькин, С.В. Бикетова; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова. — № 2025101869; заявл. 2025-01-29; опубл. 2025-12-09. — URL: <https://patents.google.com/patent/RU2852509C1/ru> (дата обращения: 20.05.2026).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Elina G.A. Strukturno-funkcional'naya organizatsiya i dinamika bolotnykh ehkositsem Karelii [Structural and functional organization and dynamics of mire ecosystems in Karelia] / G.A. Elina, O.L. Kuznetsov, A.I. Maksimov. — Leningrad : Nauka, Leningrad Branch, 1984. — 128 p. [in Russian]
2. Goncharova N.N. Flora i rastitel'nost' bolot Yugo-Zapada Respubliki Komi [Flora and vegetation of mires in the South-West of the Komi Republic] : abst. of dis. ... of PhD in Biology : 03.00.05 / N.N. Goncharova. — Petrozavodsk, 2007. — 19 p. [in Russian]
3. Kosykh N.P. Rastitel'nost' i rastitel'noe veshchestvo ploskobugrystykh torfyanikov [Vegetation and plant material of the flat peatlands] / N.P. Kosykh, N.P. Mirnycheva-Tokareva, E.V. Mikhailova [et al.] // *Pochvy i okruzhayushchaya sreda* [The Journal of Soils and Environment]. — 2019. — Vol. 2. — № 1. — P. 1–12. — DOI: 10.31251/pos.v2i1.55. [in Russian]
4. Volkova E.M. Razvitiye splavinnykh karstovykh bolot na severo-vostoke Srednerusskoj vozvyshennosti i akumulatsiya ugleroda v torfyanykh zalezakh [Development of floating karst mires in the north-eastern part of the Middle Russian Upland, and carbon accumulation in peat deposits] / E.M. Volkova, O.A. Leonova, D.V. Zatsarinnaya // *Botanicheskij zhurnal* [Botanical Journal]. — 2023. — Vol. 108. — № 7. — P. 656–669. — DOI: 10.31857/S0006813623070074. [in Russian]
5. Volkova E.M. Tipologiya i rasprostraneniye bolot na Srednerusskoj vozvyshennosti [The typology and distribution of mires on the Middle-Russian Upland] / E.M. Volkova, D.V. Zatsarinnaya // *Raznoobrazie rastitel'nogo mira* [Diversity of the Plant World]. — 2023. — № 3 (18). — P. 30–43. — DOI: 10.22281/2686-9713-2023-3-30-43. [in Russian]
6. Kirpotin S.N. Great Vasyugan Mire: how the world's largest peatland helps addressing the world's largest problems / S.N. Kirpotin, O.A. Antoshkina, A.E. Berezin [et al.] // *Ambio*. — 2021. — Vol. 50. — № 11. — P. 2038–2049. — DOI: 10.1007/s13280-021-01520-2.
7. Zarov E.A. Carbon Accumulation and the Possibility of Carbon Losses by Vertical Movement of Dissolved Organic Carbon in Western Siberian Peatlands / E.A. Zarov, E.D. Lapshina, I. Kuhlmann [et al.] // *Forests*. — 2023. — Vol. 14. — № 12. — 18 p.
8. Bikaev I.G. Rastitel'nost' lesnykh bolot Bashkirskogo Predural'ya [Vegetation of forested mires of the Bashkir Fore-Ural] / I.G. Bikaev, V.B. Martynenko // *Ehkbioitech* [Ecobiotech]. — 2020. — Vol. 3. — № 3. — P. 497–504. [in Russian]
9. Leonova O.A. Zapasy ugleroda v torfyanykh zalezakh vodorazdel'nykh bolot na severo-vostoke Srednerusskoj vozvyshennosti [Carbon reserves in peat deposits of watershed mires in the north-east of the Middle-Russian Upland] / O.A. Leonova, E.M. Volkova // *Tруды Карельского научного центра РАН* [Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences]. — 2023. — № 8. — P. 20–27. — DOI: 10.17076/eco1845. [in Russian]
10. Volkova I.I. South-Siberian mountain mires: Perspectives on a potentially vulnerable remote source of biodiversity / I.I. Volkova, T.V. Callaghan, I.V. Volkov [et al.] // *Ambio*. — 2021. — Vol. 50. — № 11. — P. 1975–1990. — DOI: 10.1007/s13280-021-01596-w.
11. Moore T.R. Plant biomass, production, CO₂ exchange in an ombrotrophic bog / T.R. Moore, J.L. Bubier, S.E. Frothingham [et al.] // *Journal of Ecology*. — 2002. — Vol. 90. — № 1. — P. 25–36. — DOI: 10.1046/j.0022-0477.2001.00633.x.
12. Laine A.M. *Sphagnum* growth and ecophysiology during mire succession / A.M. Laine, E. Juurola, T. Hájek [et al.] // *Oecologia*. — 2011. — Vol. 167. — № 4. — P. 1115–1125. — DOI: 10.1007/s00442-011-2039-4.
13. Zalesov S.V. Rol' bolot v deponirovaniy ugleroda [The role of swamps in carbon sequestration] / S.V. Zalesov // *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skij zhurnal* [International Research Journal]. — 2021. — № 7 (109). — P. 6–9. — DOI: 10.23670/IRJ.2021.109.7.033. [in Russian]
14. Balezina K.S. Analiz potokov parnikovyykh gazov v bolotnykh ehkositemakh Zapadnoj Sibiri [Analysis of greenhouse gas fluxes in mire ecosystems of Western Siberia] / K.S. Balezina // *Internauka* [Interscience]. — 2020. — № 21–1 (150). — P. 54–55. [in Russian]



15. Tsyganov A.N. Key periods of peatland development and environmental changes in the middle taiga zone of Western Siberia during the Holocene / A.N. Tsyganov, Y.A. Mazei, E.A. Zarov [et al.] // *Ambio*. — 2021. — Vol. 50. — P. 1896–1909.
16. Gryazkin A.V. Sposob kompleksnogo uchyota rastitel'nosti ehkosistem [Method for comprehensive accounting of ecosystem vegetation] : pat. 2852509 Russian Federation / A.V. Gryazkin, S.V. Biketova; the applicant and the patentee Saint Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov. — № 2025101869; appl. 2025-01-29; publ. 2025-12-09. — URL: <https://patents.google.com/patent/RU2852509C1/ru> (accessed: 20.05.2026). [in Russian]