 © Авторы статьи / Authors of the article

ЭКОЛОГИЯ/ECOLOGY

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.2 EDN: CREKPZ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗАПАСОВ ФИТОМАССЫ И МОРТМАССЫ В ОСОКОВО-СФАГНОВОЙ ТОПИ И НИЗКОМ РЯМЕ ОЛИГОТРОФНОГО БОЛОТА ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Научная статья

Никонова Л.Г.[1,] *, Логвиненко А.В.[2], Порохина Е.В.[3], Головацкая Е.А.[4]
[1] ORCID : 0000-0003-1759-5082;
[4] ORCID : 0000-0003-4354-7156;
[1, 4] Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской Академии наук, Томск, Российская Федерация
[2, 3] Томский государственный педагогический университет, Томск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (nikonovalilig[at]gmail.com)

Предложена: 28.08.2026; Принята: 05.11.2026; Опубликована: 19.11.2026

Аннотация

В работе представлены результаты сравнительной оценки запасов фитомассы и мортмассы двух контрастных фитоценозов олиготрофного болота Бакчарского района Западной Сибири — открытой осоково-сфагновой топи и сосново-кустарничково-сфагнового фитоценоза (низкого ряма). Исследование выполнено укосным методом с разделением растительного вещества на фотосинтезирующую, нефотосинтезирующую фитомассу и мортмассу. Установлено, что в обоих фитоценозах мортмасса значительно преобладает над фитомассой, превышая ее в 4,7 раза в топи, в 4,1 раза на кочках низкого ряма и в 8,6 раза в межкочковых понижениях ряма. Наибольшие запасы растительного вещества выявлены в межкочковых понижениях низкого ряма (10325±1072 г/м^2), что обусловлено большой мощностью мохового очеса. Показано, что структура фитомассы зависит от микрорельефа и гидрологического режима. Полученные результаты подтверждают высокую аккумулятивную способность исследованных болотных фитоценозов и их важную роль в депонировании органического углерода.

Ключевые слова: болотные экосистемы, углеродный баланс, органическое вещество, растения-торфообразователи, сфагновые мхи.

A COMPARATIVE EVALUATION OF PHYTO- AND MORT-MASS STOCKS IN A SEDGE-SPHAGNUM BOG AND THE LOWER REACH OF AN OLIGOTROPHIC MARSH IN THE SOUTHERN TAIGA OF WESTERN SIBERIA

Research article

Nikonova L.G.[1,] *, Logvinenko A.V.[2], Porokhina Y.V.[3], Golovatskaya E.A.[4]
[1] ORCID : 0000-0003-1759-5082;
[4] ORCID : 0000-0003-4354-7156;
[1, 4] Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russian Federation
[2, 3] Tomsk State Pedagogical University, Tomsk, Russian Federation

* Corresponding author (nikonovalilig[at]gmail.com)

Suggested: 28.08.2026; Accepted: 05.11.2026; Published: 19.11.2026

Abstract

The work presents the results of a comparative evaluation of the biomas and mort biomass of two contrasting phytocenoses of an oligotrophic bog in the Bakchar District of Western Siberia — an open sedge-sphagnum bog and a pine-shrub-sphagnum phytocenosis (lower riam area). The study was carried out using the cut-sample method, with plant material divided into photosynthetic and non-photosynthetic phyto-, and mortmass. It was found that in both phytocenoses, mortmass significantly predominates over phytomass, exceeding it by a factor of 4,7 in the bog, by a factor of 4,1 on the hummocks of the lower riam, and by a factor of 8.6 in the inter-hummock lowlands of the riam. The highest stocks of plant matter were found in the inter-hummock lows of the riam (10,325 ± 1,072 g/m^2), which is due to the great thickness of the moss layer. It has been shown that the structure of phytomass depends on the microrelief and the hydrological regime. The results obtained confirm the high accumulation capacity of the studied wetland phytocenoses and their important role in the sequestration of organic carbon.

Keywords: marsh ecosystems, carbon balance, organic matter, peat-forming plants, sphagnum mosses.

Введение

Болотные экосистемы Западной Сибири, занимающие 42% площади болот России, являются крупнейшим резервуаром органического углерода [1]. Благодаря преобладанию процессов торфонакопления над деструкцией, болота играют ключевую роль в глобальном цикле углерода. Количественной оценкой стока углекислого газа служит биологическая продуктивность, характеризующаяся запасами фитомассы и мортмассы [2], [3], [4].

В олиготрофных болотах структура и запасы растительного вещества варьируют в зависимости от микрорельефа: от повышенных элементов (рямы, гряды) к пониженным (топи, мочажины). Для южно-таёжных болот Западной Сибири диапазон запасов фитомассы составляет 360–2600 г/м^2, а мортмассы в понижениях может достигать 6700–9300

 © Авторы статьи / Authors of the article

г/м^2 [5], [6]. Однако сравнительные исследования разных типов фитоценозов в пределах одного болотного массива немногочисленны. Целью работы являлась оценка запасов фитомассы и мортмассы двух типичных фитоценозов олиготрофного болота в пределах южной тайги Западной Сибири: осоково-сфагновой топи и сосново-кустарничково-сфагнового фитоценоза (низкого ряма).

Материалы и методы исследования

Исследования запасов фитомассы и мортмассы проводили на территории стационара «Васюганье» (ИМКЭС СО РАН, Бакчарский район, Томская область), на двух ключевых участках олиготрофного болота Бакчарское (рис. 1).

Осоково-сфагновая топь (56°58'16.2" с.ш., 82°37'05.9" в.д.) характеризуется выровненной поверхностью с незначительными повышениями до 20 см высотой. Уровень болотных вод варьирует от 0 до 20 см относительно поверхности, нередко располагаясь выше поверхности мохового покрова. В травяном покрове (проективное покрытие (п.п) 50%) доминирует *Carex rostrata* Stokes, реже встречаются *Scheuchzeria palustris* L., *Menyanthes trifoliata* L. Кустарничковый ярус представлен невысокими (10–15 см) видами *Andromeda polifolia* L., *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench (п.п. 20%). Моховой покров сплошной (п.п. 100%), сформирован сфагновыми мхами, преимущественно *Sphagnum angustifolium* C.E.O. Jensen ex Russow, *S. balticum* (Russow) C.E.O. Jensen. Кочки встречаются редко и имеют плоскую форму. Торфяная залежь осоково-сфагновой топи достигает мощности 3 м. В основании залежи располагается слой хорошо разложившегося низинного хвощевого торфа, с прослойкой дрепаноклядус-торфа. Верхний метровый слой торфяной залежи сформирован верховыми слаборазложившимися видами торфа (ангустифолиум торф, магелланикум торф, сфагновый мочажинный). На глубине 1–2 метров чередуются слои древесно-осокового, осокового и древесного переходных торфов [7].

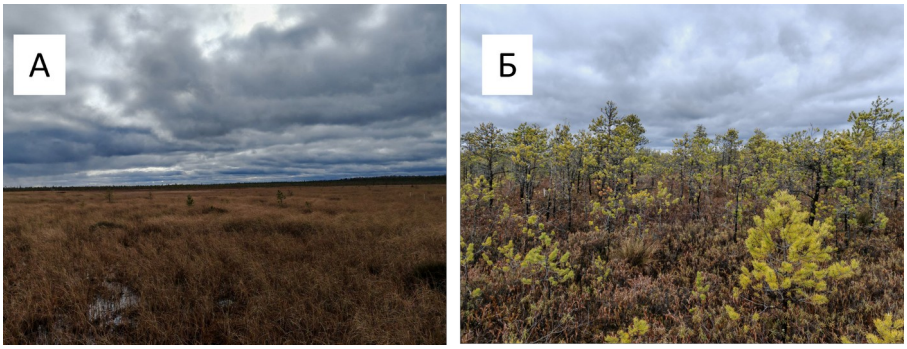


Рисунок 1 - Исследуемые фитоценозы Бакчарского болота:
А – Осоково-сфагновая топь; *Б* – Сосново-кустарничково-сфагновый фитоценоз
DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.2.1

Сосново-кустарничково-сфагновый фитоценоз (низкий рям) (56°58'23.8"с.ш., 82°36'38.3" в.д.). Уровень болотных вод на пункте наблюдений на кочках в среднем составил -48 см, в межкочковых понижениях — -34 см, глубина торфяной залежи достигает 2 м и по своему строению является верховой топяной. Верхний метровый слой сложен из двух типов сфагновых мхов с разной степенью разложения (*S. magellanicum* Brid. со средней степенью разложения и *S. fuscum* (Schimp.) H.Klinggr. — с низкой) [8]. Микрорельеф низкого ряма волнообразный за счет большого количества моховых подушек высотой около 30 см, диаметром до 3 м. Растительный покров представлен *Pinus sylvestris* f. *Litwinowii* (Sud.) (п.п. — 40%), кустарничковый ярус хорошо развит и состоит преимущественно из *Ch. calyculata* (L.) Moench (п.п. — 60%), *Ledum palustre* L. (п.п. — 30%), *A. polifolia* L. (п.п. — 10%) и единично *Vaccinium uliginosum* L. На повышенных участках микрорельефа также встречается *Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr. и *O. macrocarpos* (Aiton) Pursh. Абсолютным доминантом среди мхов является *S. fuscum* (Schimp.) H. Klinggr., в понижениях между кочек встречаются *S. divinum* Flatberg K. Hassel и *S. angustifolium* C.E.O.Jensen ex Russow. Травяной ярус (п.п. 5–10%) представлен в основном *Eriophorum vaginatum* L. и *Rubus chamaemorus* L., также встречается *Drosera rotundifolia* L.

Оценка запасов фитомассы и мортмассы проводилась укосным методом [9], [10]. Для этого на каждом фитоценозе в межкочковых понижения и на кочках срезали растения с учетных площадок размером 50×50 см в трехкратной повторности. Растительное вещество разбирали по фракциям: фотосинтезирующая фитомасса (зеленые части трав, листья кустарничков, мох), многолетняя нефотосинтезирующая фитомасса (стебли кустарничков, корни трав и кустарничков) и мортмасса (опад, моховой очес, ветошь). Границу очеса и живой части мха определяли визуально по изменению цвета сфагновых мхов. Опад собирали после того, как срезали кустарнички и травы, и перед тем, как вырезали монолит для оценки запасов корней и мохового очеса. С каждой площадки отбирали монолиты площадью 10×10 см глубиной 30 см. Разобранное по фракциям растительное вещество высушивали при температуре 80℃ до постоянной массы и взвешивали. Единицей измерения запасов фитомассы и мортмассы является г/м^2. Статистическую обработку данных проводили в Microsoft Excel: рассчитывали среднее значение запасов органического вещества, стандартную ошибку среднего и коэффициент вариации (CV, %), характеризующий относительную изменчивость показателей в пределах исследуемых групп. Более глубокий статистический анализ, направленный на выявление значимых различий между фитоценозами, планируется при увеличении объема выборки на последующих этапах работ.

 © Авторы статьи / Authors of the article

Результаты и обсуждение

Установлено, что общая масса растительного вещества в осоково-сфагновой топи достигает 6406±747 г/м^2 (рис. 2). Общий запас фитомассы в данном фитоценозе составляет 1105±158 г/м^2. В ее структуре доминирует фотосинтезирующая часть (930±135 г/м^2), где основная доля (92%) приходится на живые части сфагновых мхов (856±123 г/м^2). Нефотосинтезирующая фитомасса (171±23 г/м^2) представлена в основном корнями трав и кустарничков, распределение которых до глубины 30 см довольно равномерное. Запасы мортмассы (5301±589 г/м^2) в 4,7 раза превышают запасы фитомассы, что подтверждает роль осоково-сфагновой топи как мощного аккумулятора углерода. Более 98% мортмассы сосредоточено в моховом очесе, распределенном относительно равномерно в слое 0–30 см. Вклад ветоши и опада в общие запасы мортмассы минимален (менее 2%).

В сосново-кустарничково-сфагновом фитоценозе (низком ряме) запасы растительного вещества варьируют в зависимости от микрорельефа. На кочках общая фитомасса составляет 1165±225 г/м^2, мортмасса — 4802±702 г/м^2, общие запасы растительного вещества достигают 5967±927 г/м^2. В межкочковых понижениях общая фитомасса равна 1081±194 г/м^2, мортмасса – 9245±917 г/м^2, общие запасы растительного вещества достигают 10325±1072 г/м^2. Доля мортмассы в общей массе растительного вещества на кочках составляет 80%, в межкочковых понижениях — 90%.

Коэффициент вариации запасов органического вещества не превышал 15,5%, что указывает на относительно невысокую вариабельность значений внутри исследованных групп. Наибольшая вариабельность отмечена на кочках ряма (CV=15,5%), наименьшая — в межкочковых понижениях (C=10,4%).

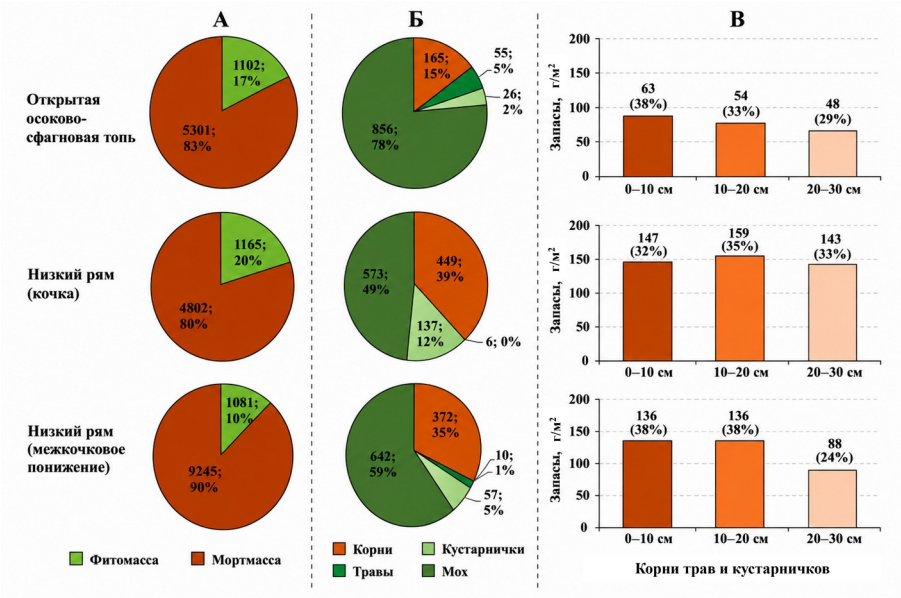


Рисунок 2 - Запасы биомассы осоково-сфагновой топи олиготрофного болота:
А – соотношение фитомассы и мортмассы, (г/м^2; %); *Б* – запасы фитомассы (г/м^2; %); *В* – распределение запасов корней трав и кустарничков по глубине 0-30 см (г/м^2; %)

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.2.2

Структура фитомассы низкого ряма существенно отличается от таковой в топи и определяется выраженной кочковато-мочажинной микроструктурой. На кочках основную часть надземной фитомассы сосудистых растений формируют кустарнички, суммарный запас которых (ветви, листья и прирост) достигает 137±21 г/м^2, тогда как в межкочковых понижениях он снижается более чем в два раза. Вклад травянистых растений в целом невелик, при этом более высокие запасы фитомассы трав характерны для межкочковых понижений (10±3 г/м^2), по сравнению с кочками (6±1 г/м^2). Различия запасов фитомассы в зависимости от микрорельефа недостоверны и составляют, соответственно, 573±50 г/м^2 и 642±81 г/м^2 на кочках и в межкочковых понижениях. Таким образом, в отличие от топи, где около 78% фитомассы приходится на моховой ярус, в низком ряме доля сфагновых мхов снижается до 49% на кочках и 59% в межкочковых понижениях, а роль кустарничков заметно возрастает (5–12% надземной фитомассы). Запасы корней зависят от микрорельефа: в верхнем 10-сантиметровом слое торфяной залежи они практически одинаковы как на кочках, так и в межкочковых понижениях межкочьях, тогда как в более глубоких горизонтах (10–30 см) запасы корней выше на кочках в 1,4 раза. Доминирование мохового компонента в структуре фитомассы соответствует общим закономерностям олиготрофных болот, где сфагновые мхи являются основными продуцентами органического вещества и определяют процессы торфонакопления, благодаря высокой первичной продукции и медленному разложению растительных остатков [1], [11].

Основное различие между исследуемыми фитоценозами заключается в большей плотности мохового очеса в межкочковых понижениях низкого ряма, чем в топи. В слое 0–30 см в межкочковых понижениях запасы мохового очеса достигают 9216,26±911 г/м^2. Это превышает запасы мохового очеса в топи (5220±585 г/м^2) в 1,8 раза.

 © Авторы статьи / Authors of the article

Полученные значения общих запасов фитомассы топи (1105±158 г/м^2) и низкого ряма (от 1081±194 (межкочковые понижения) до 1165±225 г/м^2 (кочки) находятся в пределах диапазона, указанного для южно-таёжных болот (360-2600 г/м^2) [12], и близки к средним многолетним значениям для осоково-сфагновой топи Бакчарского болота (980 г/м^2) [3]. Запасы мортмассы в топи (5301±589 г/м^2) и низком ряме (от 4802±702 до 9245±917 г/м^2 в слое 0-30 см) сопоставимы с данными, известными для олиготрофных болот средней тайги Западной Сибири (6400-9700 г/м^2) [6]. Высокие запасы мохового очеса в обоих фитоценозах обусловлены специфическими гидрологическими и биохимическими условиями — постоянным обводнением, дефицитом кислорода и кислой реакцией среды, что в совокупности резко угнетает деятельность микроорганизмов-деструкторов и приводит к длительному сохранению отмершей органической массы [13]. Преобладание мортмассы над фитомассой (в 4,7 раза в топи, в 4,1 раза на кочках и в 8,6 раза в межкочковых понижениях низкого ряма) подтверждает высокую аккумулятивную способность обоих фитоценозов и их ключевую роль в депонировании углерода в болотных экосистемах южной тайги Западной Сибири. При этом межкочковые понижения ряма являются наиболее мощным резервуаром органического углерода среди изученных фитоценозов.

Заключение

Таким образом, проведенное исследование показало, что открытая осоково-сфагновая топь и сосново-кустарничково-сфагновый фитоценоз (низкий рям) отличаются высокой способностью к накоплению органического вещества. В обоих фитоценозах мортмасса превышает запасы фитомассы. Максимальные запасы растительного вещества характерны для межкочковых понижений низкого ряма (10325±1072 г/м^2), где они в 1,6 раза превышают аналогичные показатели в топи, благодаря большей плотности мохового очеса. Структура фитомассы существенно различается между фитоценозами: в топи основная доля приходится на сфагновые мхи, тогда как в низком ряме возрастает роль кустарничков, особенно на кочках. Полученные результаты подтверждают, что микрорельеф и гидрологический режим являются определяющими факторами формирования запасов и структуры растительного вещества, а межкочковые понижения низкого ряма представляют собой наиболее емкий резервуар органического углерода среди исследованных болотных фитоценозов.

Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания ИМКЭС СО РАН (№ 121031300154-1).

Благодарности

Авторы выражают благодарность П.А. Кулямину за участие в обработке части экспериментальных данных.

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.

Funding

The work was performed as part of a state assignment for the IMCES SB RAS (No. 121031300154-1).

Acknowledgement

The authors express their gratitude to P.A. Kuliamin for the assistance in processing a part of the experimental data.

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. Loisel J. Expert assessment of future vulnerability of the global peatland carbon sink / J. Loisel, A.V. Gallego-Sala, M.J. Amesbury [et al.] // Nature Climate Change. — 2021. — Vol. 11. — № 1. — P. 70–77. — DOI: 10.1038/s41558-020-00944-0.

2. Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии / Н.И. Базилевич. — Москва : Наука, 1993. — 284 с.

3. Головацкая Е.А. Биологическая продуктивность олиготрофных и эвтрофных болот южно-таежной подзоны Западной Сибири / Е.А. Головацкая // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. — 2009. — Т. 2. — № 1. — С. 38–53.

4. Инишева Л.И. Болота и биосфера : учебное пособие / Л.И. Инишева. — Томск : Издательство ТГПУ, 2018. — 201 с.

5. Коронатова Н.П. Обзор исследований продукционно-деструкционных процессов в болотах Западной Сибири: методы и результаты / Н.П. Коронатова // Почвы и окружающая среда. — 2022. — Т. 5. — № 2. — С. 1–11.

6. Косых Н.П. Биологическая продуктивность торфяных болот Западной Сибири / Н.П. Косых, Н.П. Миронычева-Токарева // Интерэкспо Гео-Сибирь. — 2012. — Т. 2. — № 3. — С. 177–182.

7. Головацкая Е.А. Потоки углерода в болотных экосистемах южной тайги Западной Сибири : дис. … д-ра биол. наук : 03.02.08 / Е.А. Головацкая. — Красноярск, 2013. — 325 с.

8. Никонова Л.Г. Продукционно-деструкционные процессы в олиготрофных болотных экосистемах южно-таежной подзоны Западной Сибири : дис. … канд. биол. наук : 03.02.08 / Л.Г. Никонова. — Красноярск, 2021. — 178 с.

9. Kosykh N.P. Above- and below-ground phytomass and net primary production in boreal mire ecosystems / N.P. Kosykh, N.G. Koronatova, N.B. Naumova [et al.] // Wetlands Ecology and Management. — 2008. — Vol. 16. — № 2. — P. 139–153. — DOI: 10.1007/s11273-007-9061-7.

10. Никонова Л.Г. Запасы фитомассы и деструкция растений торфообразователей на начальных этапах разложения в условиях ненарушенных и постпирогенных торфяников Западной Сибири / Л.Г. Никонова, Д.А. Калашникова, Е.А. Головацкая [и др.] // Почвы и окружающая среда. — 2024. — Т. 7. — № 2. — С. 1–15.

 © Авторы статьи / Authors of the article

11. Rydin H. The Biology of Peatlands / H. Rydin, J.K. Jeglum. — 2nd edition. — Oxford : Oxford University Press, 2013. — 432 p.

12. Косых Н.П. Фитомасса, продукция и разложение растительных остатков в олиготрофных болотах средней тайги Западной Сибири / Н.П. Косых, Н.П. Миронычева-Токарева, Е.К. Паршина // Вестник Томского государственного педагогического университета. — 2009. — № 3 (81). — С. 63–69.

13. Паршина Е.К. Деструкционная динамика растительных остатков в болотах Западной Сибири / Е.К. Паршина, Е.В. Миляева // Гео-Сибирь. — 2009. — Т. 4. — № 2. — С. 61–65.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Loisel J. Expert assessment of future vulnerability of the global peatland carbon sink / J. Loisel, A.V. Gallego-Sala, M.J. Amesbury [et al.] // Nature Climate Change. — 2021. — Vol. 11. — № 1. — P. 70–77. — DOI: 10.1038/s41558-020-00944-0.

2. Bazilevich N.I. Biologicheskaya produktivnost' ekosistem Severnoj Evrazii [Biological productivity of ecosystems of Northern Eurasia] / N.I. Bazilevich. — Moscow : Nauka, 1993. — 284 p. [in Russian]

3. Golovatskaya E.A. Biologicheskaya produktivnost' oligotrofnykh i evtrofnykh bolot yuzhno-taezhnoj podzony Zapadnoj Sibiri [Biological productivity of oligotrophic and eutrophic mires in the southern taiga of Western Siberia] / E.A. Golovatskaya // Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Biologiya [Journal of Siberian Federal University. Biology]. — 2009. — Vol. 2. — № 1. — P. 38–53. [in Russian]

4. Inisheva L.I. Bolota i biosfera [Bogs and the biosphere] : textbook / L.I. Inisheva. — Tomsk : TGPU Publishing House, 2018. — 201 p. [in Russian]

5. Koronatova N.P. Obzor issledovanij produktsionno-destruktsionnykh protsessov v bolotakh Zapadnoj Sibiri: metody i rezul'taty [Review of studies of production and destruction processes in the mires of West Siberia: methods and results] / N.P. Koronatova // Pochvy i okruzhayushchaya sreda [The Journal of Soils and Environment]. — 2022. — Vol. 5. — № 2. — P. 1–11. [in Russian]

6. Kosykh N.P. Biologicheskaya produktivnost' torfyanykh bolot Zapadnoj Sibiri [Biological productivity of the peatlands of Western Siberia] / N.P. Kosykh, N.P. Mironycheva-Tokareva // Interehkspo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Sibir]. — 2012. — Vol. 2. — № 3. — P. 177–182. [in Russian]

7. Golovatskaya E.A. Potoki ugleroda v bolotnykh ehkosistemakh yuzhnoj tajgi Zapadnoj Sibiri [Carbon fluxes in bog ecosystems of the southern taiga of Western Siberia] : dis. … of Grand PhD in Biology : 03.02.08 / E.A. Golovatskaya. — Krasnoyarsk, 2013. — 325 p. [in Russian]

8. Nikonova L.G. Produktsionno-destruktsionnye protsessy v oligotrofnykh bolotnykh ehkosistemakh yuzhno-taezhnoj podzony Zapadnoj Sibiri [Production-destruction processes in oligotrophic bog ecosystems of the southern taiga subzone of Western Siberia] : dis. … of PhD in Biology : 03.02.08 / L.G. Nikonova. — Krasnoyarsk, 2021. — 178 p. [in Russian]

9. Kosykh N.P. Above- and below-ground phytomass and net primary production in boreal mire ecosystems / N.P. Kosykh, N.G. Koronatova, N.B. Naumova [et al.] // Wetlands Ecology and Management. — 2008. — Vol. 16. — № 2. — P. 139–153. — DOI: 10.1007/s11273-007-9061-7.

10. Nikonova L.G. Zapasy fitomassy i destruktsiya rastenij torfoobrazovatelej na nachal'nykh ehtapakh razlozheniya v usloviyakh nenarushennykh i postpirogennykh torfyanikov Zapadnoj Sibiri [Phytomass reserves and degradation of peat-forming plants at the first stages of decomposition in natural and post-pyrogenic peatlands of West Siberia] / L.G. Nikonova, D.A. Kalashnikova, E.A. Golovatskaya [et al.] // Pochvy i okruzhayushchaya sreda [Soils and Environment]. — 2024. — Vol. 7. — № 2. — P. 1–15. [in Russian]

11. Rydin H. The Biology of Peatlands / H. Rydin, J.K. Jeglum. — 2nd edition. — Oxford : Oxford University Press, 2013. — 432 p.

12. Kosykh N.P. Fitomassa, produktsiya i razlozhenie rastitel'nykh ostatkov v oligotrofnykh bolotakh srednej tajgi Zapadnoj Sibiri [Phytomass, production and decomposition of plant matter in oligotrophic bogs of the middle taiga Western Siberia] / N.P. Kosykh, N.P. Mironycheva-Tokareva, E.K. Parshina // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta [Tomsk State Pedagogical University Bulletin]. — 2009. — № 3 (81). — P. 63–69. [in Russian]

13. Parshina E.K. Destruktsionnaya dinamika rastitel'nykh ostatkov v bolotakh Zapadnoj Sibiri [Destruction dynamics of growth remnants in West Siberian bogs] / E.K. Parshina, E.V. Milyaeva // Geo-Sibir' [Geo-Siberia]. — 2009. — Vol. 4. — № 2. — P. 61–65. [in Russian]