



## **Структура и функционирование региональных геосистем Structure and Functioning of Regional Geosystems**

УДК 911.52  
DOI 10.52575/2712-7443-2026-50-1-0-1  
EDN ADZOAC

### **Особенности ландшафтной структуры карбонового полигона «Кучак»**

**Москвина Н.Н., Идрисов И.Р., Маршинин А.В., Сиренко П.А., Храпаль М.М.**

Тюменский государственный университет  
Россия, 625003, г. Тюмень, ул. Володарского, 6  
n.n.moskvina@utmn.ru, i.r.idrisov@utmn.ru, a.v.marshinin@utmn.ru,  
stud0000276178@study.utmn.ru, stud0000275461@study.utmn.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования ландшафтной структуры территории карбонового полигона «Кучак» (Тюменская область). Район исследований расположен в подтайге в южной части Нижнетавдинского района на площади 106,7 км<sup>2</sup>. Используемая методика ландшафтного картографирования включает тематическое дешифрирование данных дистанционного зондирования Земли и полевые исследования. В качестве основных использованы типологические единицы классификации – типы местности и виды урочищ. В результате проведенных исследований идентифицировано восемь типов местности (включая 135 видов урочищ): террасовый (85), минерально-островной (1), приозерно-террасовый (23), верховых болот (1), мезотрофных болот (5), низинных болот (9), пойменный (1) и антропогенные ландшафты (10). Полученные данные ландшафтной инвентаризации составляют основу для пространственного моделирования экологических процессов на карбоновом полигоне. Перспективным направлением дальнейших исследований является интеграция ландшафтного подхода с анализом специализированных параметров, включая измерения объемной активности радона в почвах, потоков парниковых газов и других биофизических показателей. Проведенное исследование демонстрирует эффективность применения ГИС-технологий для изучения пространственной организации природных комплексов в контексте мониторинга углеродного баланса.

**Ключевые слова:** картографирование ландшафтов, морфологическая структура ландшафтов, подтаежная подзона, карбоновый полигон, озеро Кучаково, Тюменская область

**Благодарности:** Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках проекта «Тюменский карбоновый полигон» (FEWZ-2024-0016).

**Для цитирования:** Москвина Н.Н., Идрисов И.Р., Маршинин А.В., Сиренко П.А., Храпаль М.М. 2026. Особенности ландшафтной структуры карбонового полигона «Кучак». Региональные геосистемы, 50(1): 5–17. DOI: 10.52575/2712-7443-2026-50-1-0-1 EDN: ADZOAC

## **Features of the Kuchak Carbon Landfill Landscape Structure**

**Natalya N. Moskvina, Ildar R. Idrisov, Aleksandr V. Marshinin,**

**Polina A. Sirenko, Maksim M. Khrapal**

Tyumen State University

6 Volodarsky St., Tyumen, 625003, Russia

n.n.moskvina@utmn.ru, i.r.idrisov@utmn.ru, a.v.marshinin@utmn.ru,  
stud0000276178@study.utmn.ru, stud0000275461@study.utmn.ru

**Abstract.** The article is focused on some features of the landscape structure of the Kuchak Carbon landfill in the Tyumen region. The research area is located 35 km northeast of Tyumen City in the subtaiga subzone and covers the area of 106.7 km<sup>2</sup>. As part of the research, the authors have compiled a landscape map using the QGIS freely distributed geographic information system (version 3.32). Eight types of terrain have been identified within the research area: terraces (85 landscape units), mineral islands (one landscape unit), lake terraces (23 landscape units), raised bogs (one landscape unit), mesotrophic bogs (five landscape units), lowland eutrophic swamps (nine landscape units), and floodplains (one landscape unit). The study also revealed anthropogenic landscapes (ten units). The information obtained as a result of inventory and subsequent mapping of landscapes on the morphological structure of natural complexes may serve as the basis for further spatial modeling of ecological processes at the Carbon polygon. A promising line of further research is the integration of the landscape approach and the analysis of special parameters, including measurements of radon volumetric activity in soil, greenhouse gas fluxes, and other biophysical indicators. The findings testify to the efficiency of GIS technologies in studying the spatial organization of landscape complexes in terms of the carbon balance monitoring.

**Keywords:** landscape mapping, morphological structure of landscapes, subtaiga subzone, Carbon landfill, Lake Kuchak, Tyumen region

**Acknowledgements:** The research was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the Tyumen Carbon Landfill project (FEWZ-2024-0016).

**For citation:** Moskvina N.N., Idrisov I.R., Marshinin A.V., Sirenko P.A., Khrapal M.M. 2026. Features of the Kuchak Carbon Landfill Landscape Structure. *Regional Geosystems*, 50(1): 5–17 (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2026-50-1-0-1 EDN: ADZOAC

---

## Введение

В соответствии с программой создания и развития карбоновых полигонов в Российской Федерации, мониторинг баланса климатически активных газов (КАЗ) связан с оценкой пространственной и временной изменчивости их эмиссии и поглощения [Недбаев и др., 2025]. Определение интегральных значений потоков выполняется для различных природных и хозяйственно-измененных территорий за определенные интервалы времени [Kulik, Zarov, 2023; Дюкарев и др., 2024; Golovatskaya et al., 2024].

Целью создания Тюменского карбонового полигона в границах государственного природного заказника регионального значения «Гузенево» в Нижнетавдинском и Тюменском районах Тюменской области является оценка баланса парниковых газов в хвойно-мелколиственных лесах со средней степенью антропогенной нарушенности подтаежной подзоны юга Западной Сибири.

Ландшафт, сформировавшийся в ходе природных процессов в четвертичном периоде, в настоящее время продолжает развиваться под влиянием современных микроклиматических условий [Tsyganov et al., 2021]. Эти условия трансформируются через особенности мезо- и микрорельефа, что определяет пространственную дифференциацию ландшафтных компонентов. Современный ландшафт выступает информационным индикатором как прошлых, так и текущих состояний природной среды, включая факторы, регулирующие эмиссию и поглощение парниковых газов. Границы ландшафтных комплексов, отражающие различия в составе и свойствах компонентов ландшафтной среды, с высокой вероятностью соответствуют зонам с различными режимами газообмена, обуславливающими поглощающую и транспирационную способности почв и растительности.

Соответственно ландшафтная карта является естественной основой как для оптимизации наблюдательной сети за парниковыми газами, так и для дальнейшей интерполяции значений потоков КАЗ на всю территорию подтаежной подзоны юга Западной Сибири.

В настоящее время на Тюменском карбоновом полигоне «Кучак» в рамках работ для оценки баланса климатически активных газов и оценки запасов углерода в исследуемых экосистемах Западно-Сибирского мегатрансекта перед группой ландшафтного картографирования поставлены следующие задачи:

- исследование ландшафтов и ландшафтообразующих факторов в границах заказника регионального значения «Гузенево» (границах Тюменского карбонового полигона «Кучак»);
- выявление типичных ландшафтных комплексов, расположенных в границах карбонового полигона, еще не охваченных полевыми наблюдениями измерений значений потоков парниковых газов;
- оценка репрезентативности ландшафтных комплексов заказника для подтаежной подзоны юга Тюменской области;
- моделирование морфологической структуры ландшафтов заказника и подтаежной подзоны Тюменской области для выделения территорий-аналогов;
- интерполяция данных замеров баланса климатически активных газов (выполняется другой исследовательской группой) на ландшафтную структуру карбонового полигона и подтаежной подзоны юга Тюменской области по территориям-аналогам;
- разработка базы данных и структуры геопортала Тюменского карбонового полигона «Кучак».

### **Объекты и методы исследования**

Территория Тюменского карбонового полигона «Кучак» расположена в 35 км к северо-востоку от г. Тюмень в южной части Нижнетавдинского района Тюменской области, занимает площадь 106,7 км<sup>2</sup>. Ландшафты территории относятся к подзоне подтайги [Физико-географическое..., 1973]. Абсолютные высоты составляют 57–60 м. Преобладает плоский и плосковолнистый рельеф, осложненный многочисленными озерными котловинами, крупнейшими из которых являются Кучак и Тангачи. Поверхность сложена преимущественно болотными отложениями, фрагментами распространены лагунно-аллювиальные отложения второй, третьей и четвертой надпойменных террас. Территория исследования расположена в континентальной западносибирской центральной области умеренного климата; среднегодовое количество осадков по данным метеостанции Тюмень составляет 470 мм/год, среднегодовая температура +2,2 °С. Территория входит в Ишимо-Иртышский округ торфяных болотных верховых, переходных и низинных почв и их грядово-мочажинных и грядово-озерковых комплексов с участием дерново-подзолисто-глеевых почв со вторым гумусовым горизонтом Западно-Сибирской южнотаежной почвенной провинции [Константинов и др., 2024].

В соответствии со схемой физико-географического районирования Тюменской области [Физико-географическое..., 1973] территория карбонового полигона расположена в лесной зональной области Ашлыкской провинции. Провинция представляет собой слабо волнистую озерно-аллювиальную равнину с большим количеством высыхающих озер и приуроченных к ним мохово-травяных и мохово-кустарничковых болот. Зональные типы лесообразующих пород – предлесостепные сосновые и березовые сообщества, леса часто разрежены. Зональные типы почв, согласно Национальному атласу почв Российской Федерации [Национальный атлас..., 2011], дерново-подзолы на рыхлых песчаных и супесчаных породах преимущественно под сосновыми лесами и серые лесные, формирующиеся под травянистыми мелколиственными лесами на глинистых и суглинистых отложениях различного генезиса. Отдельные авторы [Ларин, Гусельников, 2013] относят территорию к зоне развития реликтового криогенного рельефа, с

проявлениями линейной эрозии, закладывающейся по трещинам полигональной решетки, с реликтовыми грунтовыми жилами и аласами [Ларин, 2023]. Рассматриваемая территория в 1950–90-х годах местами была вовлечена в хозяйственный оборот (сенокосение, выпас скота, распашка в индивидуальных хозяйствах, частичная вырубка леса, индивидуальная застройка), часть болотных ландшафтов была мелиорирована с использованием дренажной системы.

Ландшафтная карта рассматривается в ходе исследований на карбоновом полигоне как основная единица пространственно-картографического анализа и интеграции исследований.

Подобный подход обладает следующими преимуществами:

- ландшафтная карта является интегральным звеном фокуса географической информации в единой системе картографических единиц;
- единая картографическая основа позволяет проводить совместный анализ различных типов данных с применением традиционных (сравнительный анализ, метод аналогий и т.д.) и современных методов моделирования;
- ландшафтный подход позволяет интерполировать полученные результаты для подзоны подтайги.

Ландшафтная карта создана с применением свободно распространяемой геоинформационной системы *QGIS* (версия 3.32). Для оптимизации доступа различных групп исследователей слои карты (включая растровые данные) размещены в базе данных *postgreeSQL*. Картографическая основа (гидрография, антропогенные объекты и т.д.) также включена в состав базы данных и скорректирована в геометрической части с применением данных ДЗ высокого разрешения и собственной съемки территории карбонового полигона [Semenova, Lapshina, 2001; Terentieva et al., 2016; Lapshina, Zarov, 2023]. В качестве основы использованы также данные лазерного сканирования территории ключевого участка (БПЛА Геоскан 401, сканер АГМ-МС3). Подобный подход позволяет в будущем реализовать современные математико-картографические методы моделирования [Yang et al., 2023], в том числе и экспериментальные методы трехмерного картографирования ландшафтов [Колбовский и др., 2022].

Создание крупномасштабной ландшафтной карты проведено по традиционной схеме, включающей следующие этапы:

1. Сбор исходных данных (фондовые материалы, среднемасштабные и обзорные тематические карты территории, лесоустройство и т.д.), предварительное дешифрирование и создание контурной основы.

2. Проведение полевых работ, включающее описание ландшафтов на ключевых участках по основным компонентам и особенностям ландшафтной структуры [Жучкова, Раковская, 2004], маршрутные исследования с фиксированием границ урочищ и описанием на вспомогательных (картировочных) точках по сокращенной схеме. Работы сопровождались формированием базы данных полевых описаний и архива фотодокументов, включающие более трех тысяч фотографий.

3. Камеральная обработка результатов, корректировка контурной основы и итоговое картосоставление.

В качестве основных единиц картографирования использованы типы местности и виды урочищ. Тип местности представляет собой сочетание характерных урочищ в пределах одного типа местоположений (дренированных плакоров, низинных болот, склонов водораздельных равнин и др.) [Мильков, 1966; Козин, 1984]. Урочища понимаются как сопряженные системы генетически, динамически и территориально связанных фаций или их групп – подурочищ. Урочища дифференцированы на типы (по формам микрорельефа и степени увлажнения), роды (по механическому составу грунтов) и виды (по растительным сообществам и почвам), картографической регистрации подлежали ландшафтные комплексы в ранге видов урочищ.

Полевые работы по заверке контурного дешифрирования выполнены на территории, определенной под ключевые исследования в границах карбонового полигона (рис. 1).

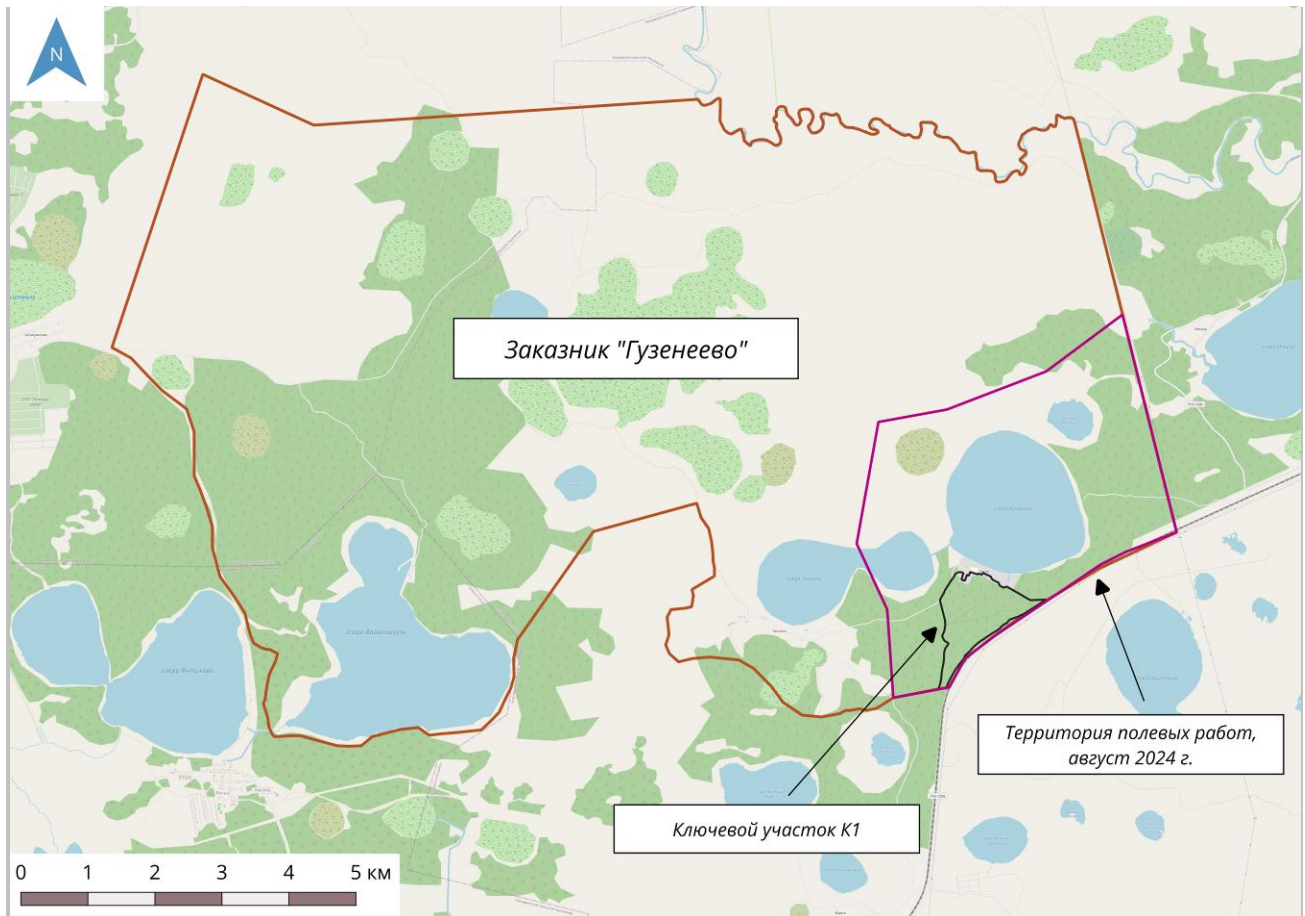


Рис. 1. Территория исследования ландшафтов  
Fig. 1. The area under study

Опорные площадки полевого комплексного описания ландшафта (ПКОЛ) были заложены по принципу репрезентативности – в наиболее характерных точках. Дополнительные описания (картировочные точки) использовались для уточнения границ ландшафтов. Границы урочищ или фаций фиксировались по ведущему фактору (смена доминантных видов в напочвенном покрове).

В бланке ПКОЛ фиксировались сведения о дате и времени описания, географических координатах и адресной привязке, общем характере и форме рельефа, микрорельефе, положении ПКОЛ в рельефе, проявлениях опасных экзогенных процессов и геологических явлениях, структуре древостоя (породный состав, высота и диаметр деревьев, характеристика подроста и подлеска, формула древостоя, сомкнутость крон), структуре травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов, общем проективном покрытии (%). Также в бланке ПКОЛ приведены названия растительных сообществ, данные о строении почвенного профиля, тип почвы и почвенный индекс, оценка антропогенной нарушенности, полное название ландшафта, указаны характерные особенности и дополнительные сведения об описываемой площадке, а также фотографии ландшафта и напочвенного покрова (почвенного профиля). Всего выполнено 122 описания ПКОЛ (рис. 2).

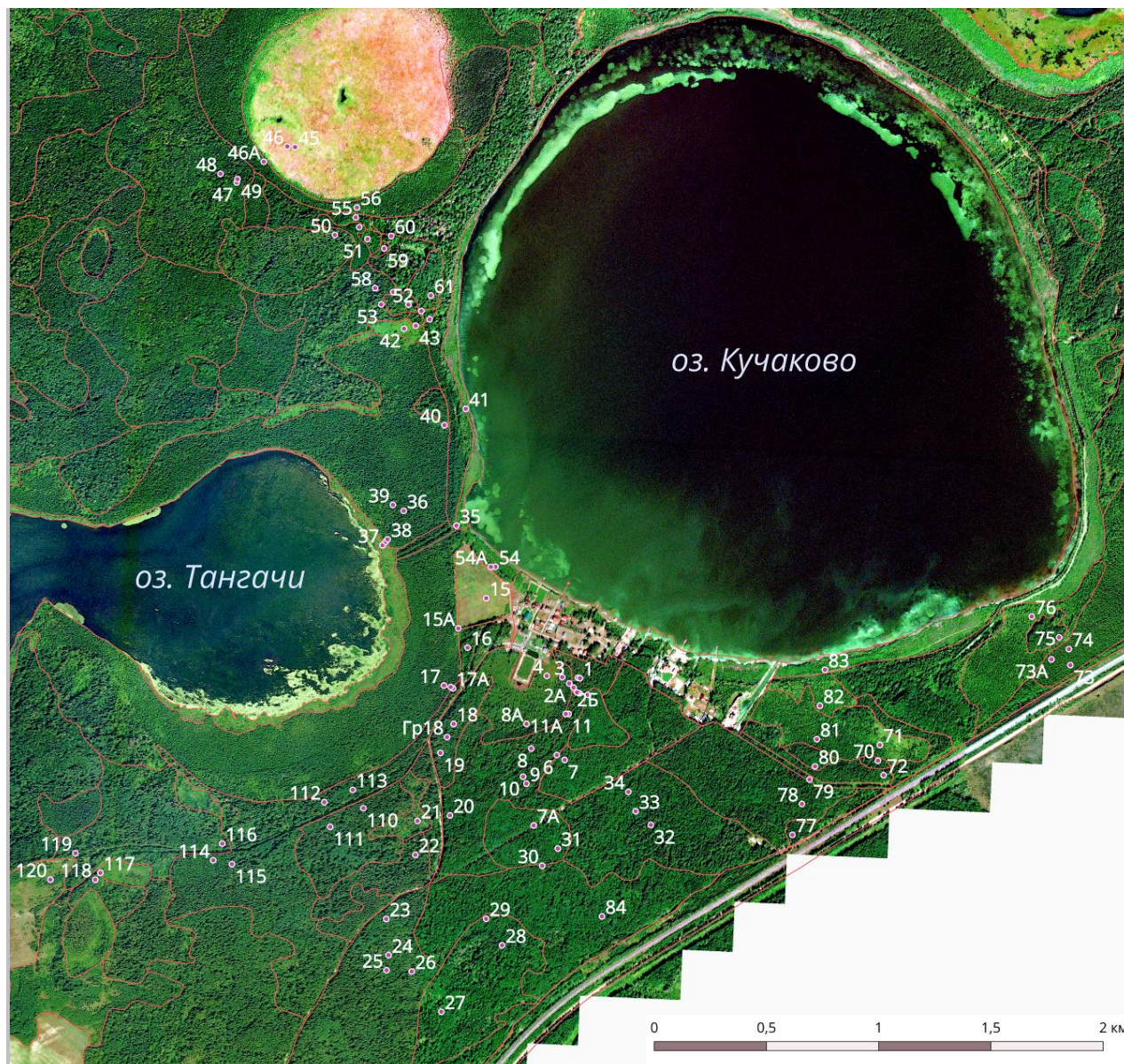


Рис. 2. Расположение площадок комплексных описаний ландшафтов  
Fig. 2. Location of landscape sites for comprehensive description

Полученные результаты сформированы в виде базы геоданных PostgreSQL и будут использованы различными исследовательскими группами для проведения пространственного анализа измерений углерода в различных средах [Schulze et al., 2015; Zarov et al., 2022].

### Результаты и их обсуждение

На территории исследований закартографировано и охарактеризовано 8 типов местности: террасовый (85 видов урочищ), минерально-островной (1 вид урочищ), приозерно-террасовый (23 видов урочищ), верховых болот (1 вид урочищ), переходных болот (5 видов урочищ), низинных болот (9 видов урочищ), пойменный (1 вид урочищ). Также были выделены антропогенные системы – 10 видов урочищ.

Террасовый тип местности является доминирующим в границах карбонового полигона. Тип местности приурочен к морфоструктуре второго порядка – III озерно-аллювиальной террасе реки Тобол. Болотные типы местности [Lapshina, Kupriianova, 2024] выделены по вторичным признакам (тип заболачивания) на тех же террасовых

уровнях Тобола. Остальные типы местности распространены фрагментарно и классифицируются по ведущему рельефообразующему фактору.

В рамках данной статьи представлены результаты картографирования на ключевом участке. Ландшафтная структура участка детального картографирования включает три типа местности: террасовый, приозерно-террасовый и тип местности низинных болот (рис. 3).

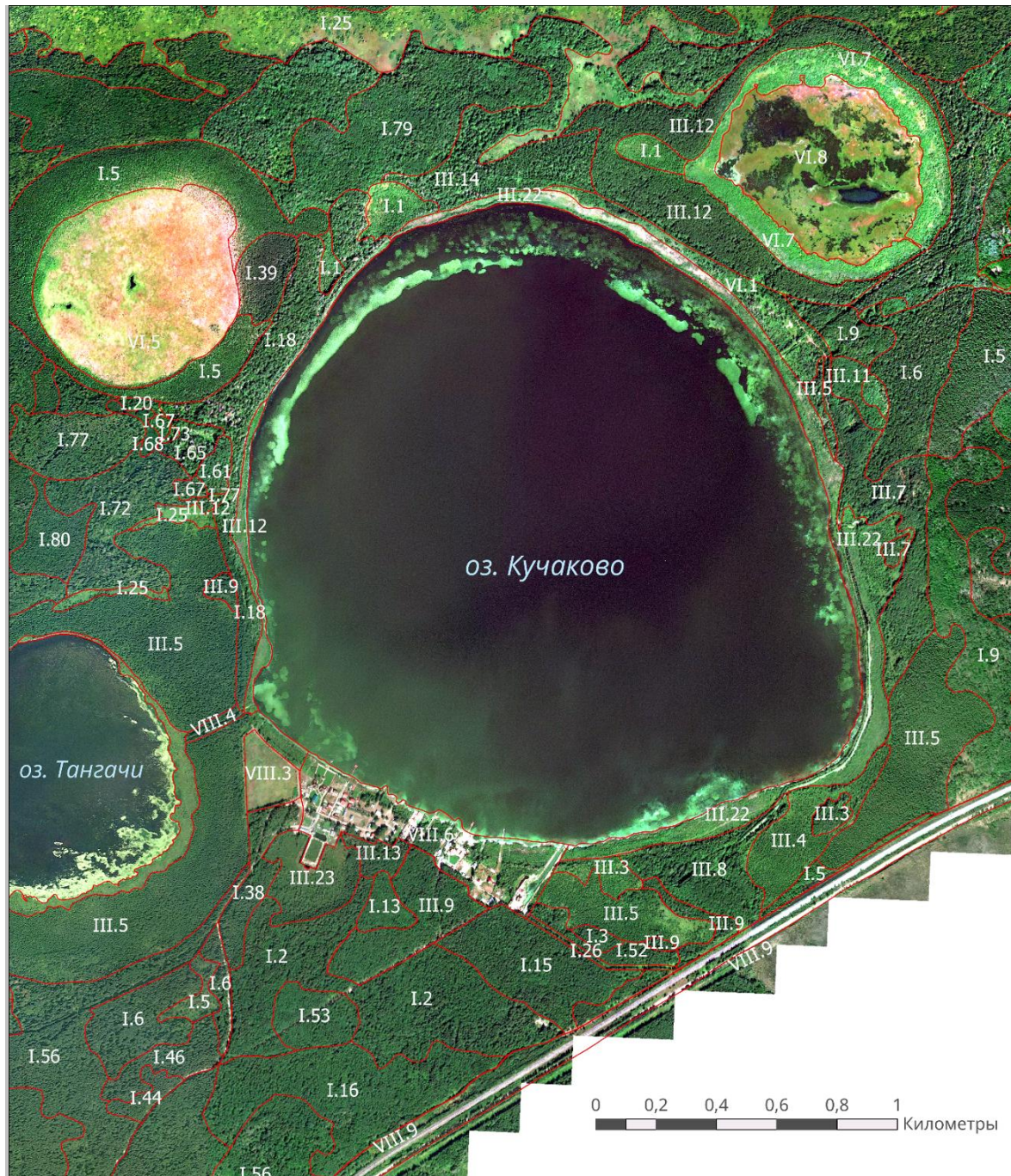


Рис. 3. Ландшафтная карта основного экспериментального участка  
Fig. 3. Landscape map of the main experimental area

**Легенда к фрагменту ландшафтной карты:** Террасовый тип местности: *Средняя часть плоской с мелкокочковатым микрорельефом дренированной III надпойменной левобережной террасы р. Тобол* I.2 – сосново-березовым с примесью осины разнотравно-зеленомошно-кустарничковым лесом на дерново-подзолах; I.3 – с липово-березовым мохово-разнотравным лесом на серых типичных почвах; I.5 – с березовым с редкими ивняковыми зарослями мохово-травяным лесом на серых глееватых почвах; I.6 – с сосново-осиново-березовым с подлеском рябины, ивы мохово-травяным лесом на дерново-подзолах; I.9 – с осиново-сосново-березовым с подлеском шиповника, ивы кустарничково-мохово-разнотравным лесом на дерново-подзолах; I.13 – с сосново-березовым с подлеском рябины бруснично-травяным лесом на дерново-подзолах; I.15 – с осиново-сосново-березовым с примесью липы с подлеском черемухи, шиповника, рябины злаково-разнотравным лесом на дерново-подзолах; I.16 – с осиново-березовым с примесью сосны злаково-разнотравным лесом на дерново-подзолах; I.25 – со злаково-разнотравно-осоковыми лугами в сочетании с ивняками кустарничковыми и березовыми редколесьями на дерново-подзолах глееватых; I.26 – с липово-сосново-березовым хвощовым лесом на месте вырубki на дерново-подзолах; I.37 – с березово-осиново-сосновым травяно-моховым лесом на дерново-подзолах; I.38 – с березово-сосновым с редким подлеском рябины, ивы травяно-моховым лесом на подзолах иллювиально-гумусовых; I.40 – с осиново-березово-сосновым с подлеском рябины, ивы травяно-кустарничково-моховым лесом дерново-подзолах; I.44 – с сосновым разнотравно-кустарничково-моховым лесом на подзолах иллювиально-железистых; I.46 – с березово-сосновым с примесью осины папоротниково-вейниковым постпиогенным лесом на подзолах иллювиально-гумусовых; I.52 – с березово-осиновым разнотравным на серых типичных почвах; I.53 – с сосново-березово-осиновым с подлеском рябины кустарничково-разнотравным на дерново-подзолах; I.56 – с березово-осиновым с примесью сосны с подлеском рябины кустарничково-травяным лесом на дерново-подзолах; I.73 – с липово-осиново-еловым с примесью березы мертвопокровным лесом на дерново-подзолах; I.18 – с осиново-липово-березовым с редким подлеском рябины разнотравным лесом на серых типичных почвах; I.20 – с осиново-березовым с редким подлеском ивы осоково-злаковым лесом на серых типичных; I.39 – с сосновым с примесью березы с подлеском рябины, ивы кустарничково-разнотравно-моховым лесом на подзолах иллювиально-гумусовых; I.57 – с березово-осиновым с примесью липы с подлеском рябины разнотравным лесом на серых типичных почвах; I.60 – с липово-березово-осиновым с подлеском ивы, шиповника, рябины, черемухи разнотравным на серых типичных почвах; I.61 – с осиновым с примесью березы травяным лесом на серых типичных почвах; I.65 – с березово-липово-осиновым с примесью ели мохово-папоротниково-травяным лесом на дерново-подзолах; I.67 – с осиновым с примесью ели разнотравным лесом на дерново-подзолах; I.68 – с осиновым с примесью сосны разнотравным лесом на дерново-подзолах; I.72 – с сосново-осиново-березово-еловым разнотравным лесом на дерново-подзолах; I.77 – с березово-липовым разнотравным на серых типичных почвах; I.78 – с осиново-березово-липовым с подлеском рябины, шиповника разнотравным лесом на серых типичных почвах; I.79 – с сосново-березово-осиново-липовым с подлеском рябины, черемухи, шиповника разнотравным на дерново-подзолах; I.36 – с липово-сосново-березовым с примесью лиственницы орляково-травяным лесом на дерново-подзолах; I.54 – с березово-липово-осиновым с подлеском рябины, ивы разнотравным лесом на серых типичных почвах; I.80 – с осиново-липовым с примесью березы с подлеском рябины разнотравным лесом на серых типичных почвах; I.63 – с березово-липово-осиновым с примесью сосны разнотравным лесом на дерново-подзолах.

Приозерно-террасовый тип местности: *Средняя часть плосковолнистой с бугристо-западным микрорельефом дренированной III надпойменной левобережной террасы р. Тобол:* III.1 – с березовым травяно-болотным лесом на серых глееватых почвах; III.3 – с липово-березовым кустарничковым лесом на серых типичных почвах; III.4 – с ивово-березовым вейниковым лесом на серых глееватых почвах; III.5 – с редкими ивняковыми зарослями мохово-травяным лесом на серых глееватых почвах; III.7 – с осиново-сосново-березовым разнотравным лесом на дерново-подзолах; III.8 – с липово-осиново-березовым мохово-разнотравным лесом на серых типичных почвах; III.9 – с березовым с примесью сосны травяным лесом на дерново-подзолах; III.11 – с осиново-березовым осоково-злаковым лесом на серых типичных почвах; III.12 – с березовым лесом с ивняковыми зарослями злаково-разнотравным на дерново-подзолах; III.13 – с осиново-сосново-березовым с примесью липы с подлеском рябины зеленомошно-травяно-кустарничковым лесом на дерново-подзолах; III.14 – с ивово-сосново-березовым осоково-злаковым лесом на дерново-подзолах глееватых; III.22 – с березовыми осоковыми лесами с ивняковыми зарослями на дерново-подзолах глееватых; III.23 – с заболоченными багульниково-сфагновыми сосняками на дерново-подзолах глееватых.

Тип местности низинных (эутрофных) болот. *Средняя часть плосковолнистой с мелкокочковатым микрорельефом относительно дренированной III надпойменной левобережной террасы р. Тобол:* VI.1 – с низинным березовым осоковым болотом на торфяных эутрофных типичных почвах; VI.5 – с низинным осоково-кустарничково-сфагновым болотом с сосновым подростом на торфяных эутрофных типичных почвах.

Антропогенные ландшафты. VIII.3 – с восстанавливающимся березово-осиновым тростниково-разнотравным лесом, в комплексе с ивняково-вейниковыми зарослями и осоково-тростниковыми болотинами на месте зарастающего искусственного водоема на серых антропогенно-модифицированных почвах; VIII.4 – с водоотводным каналом, зарастающим сосново-березовым мохово-папоротниково-травяным лесом на дерново-подзолах; VIII.6 – сельский населенный пункт; VIII.9 – с автомобильной дорогой на дерново-подзолах, антропогенно-модифицированных.

*Террасовый тип местности.* Морфологически характеризуется доминированием березового травяно-болотного леса на серых глееватых почвах (номер на карте I.1), который занимает 12 % от общей площади местности. Содоминантами выступают осиново-сосново-березовый кустарничково-мохово-разнотравный с подлеском шиповника и ивы лес на дерново-подзолах и угнетенный сосновый осоково-сфагновый лес (номер на карте I.9, I.45). В террасовой местности также закартированы: злаково-разнотравно-осоковые луга в сочетании с ивняками кустарниковыми и березовыми редколесьями на дерново-подзолах глееватых (номер на карте I.25), сосновое с примесью березы сфагновое редколесье на подзолах глеевых иллювиально-железистых (номер на карте I.85), сосново-осиново-березовый с подлеском рябины, ивы мохово-травяной лес на дерново-подзолах (номер на карте I.6). Рельеф урочищ однотипный, плосковолнистый, местами с буграми и микропонижениями. Литологический состав преимущественно супесчано-легкосуглинистый.

Уникальные геосистемы в этом типе местности представлены простым урочищем липово-осиново-еловым с примесью березы мертвопокровным лесом на дерново-подзолах (номер на карте I.73) и сложными урочищами: осиново-березово-сосновым мохово-ягодным лесом на подзолах иллювиально-железистых (номер на карте I.83). Сложные урочища занимают примерно по 1 % от общей площади местности.

*Приозерно-террасовый тип местности.* Приурочен к контактной зоне между выложенной озерно-аллювиальной равниной и котловинами озер Кучаково и Тангачи с их низкими заболоченными террасами. Морфологически характеризуется доминированием березы в лесообразующей породе. В урочищах сочетаются: березовые травяно-болотные леса на серых глееватых почвах (номер на карте III.1) и их инварианты на уровне растительных формаций – мохово-травяные с редкими ивняковыми зарослями, осоковые леса (номер на карте III.5, III.22). Содоминантами выступают урочища с сосново-березово-осиновым разнотравным лесом на дерново-подзолах (номер на карте III.18), с сосново-березовым разнотравным лесом на дерново-подзолах (номер на карте III.10) и сосново-березовым с примесью осины разнотравно-зеленомошно-кустарничковым лесом на дерново-подзолах (номер на карте III.2). Вместе они занимают 80,2 % от общей площади типа местности.

Не типичными на этом участке в данном типе местности являются урочища с сообществами березовых с примесью сосны травяным лесом на дерново-подзолах (номер на карте III.9) и липово-осиново-березовых мохово-разнотравных лесов на серых типичных почвах (номер на карте III.8), которые занимают примерно по 1 % от общей площади.

*Тип местности низинных (эутрофных) болот.* Доминантные урочища охарактеризованы и закартографированы в заболоченной озерной котловине с кустарничково-осоково-сфагновым болотом на торфяных эутрофных типичных почвах (номер на карте VI.5). Дополняет морфологическую структуру урочище с низинным березовым осоковым болотом на торфяных эутрофных типичных почвах (номер на карте VI.1), с трансформированным, в результате создания искусственного дренажа, водным режимом. В пределах контура отмечается обсушка болотного массива. На текущем этапе исследования основные измерения потоков парниковых газов [Dyukarev et al., 2021; Loisel et al., 2021] и инкубационные эксперименты по изучению интенсивности почвенного дыхания были выполнены на ключевом участке K1 (см. рис. 1).

### Заключение

По итогам детальной инвентаризации ландшафтов карбонового полигона «Кучак» выявлены следующие закономерности ландшафтной структуры. Основу ландшафтной структуры составляют природные комплексы террасового типа местности с сочетанием мелколиственных и хвойно-мелколиственных лесов различного породного состава с участием липы сердцелистной. Приозерно-террасовые комплексы распространены в

меньшей степени, леса в их составе частично заболочены и дополнены кустарниковыми сообществами. Подчиненное значение в структуре ландшафтов имеют болотные комплексы (верховые, мезотрофные и низинные) с развитым кустарничково-травяно-моховым покровом. Уникальным урочищем представлены типы местности минерально-островной и пойменной. Результаты картографирования ландшафтов на карбоновом полигоне будут размещены на геопортале Тюменского государственного университета.

Полученная в результате инвентаризации и последующего картографирования ландшафтов информация о морфологической структуре природных комплексов является базой для дальнейшего пространственного моделирования результатов исследований на карбоновом полигоне. На ландшафтной основе в ходе дальнейших исследований планируется обработка и пространственный анализ результатов специализированных наблюдений (объемной активности радона в почве, измерений потоков парниковых газов и т.д.).

Классификационная схема ландшафтов с применением основных типологических единиц (типов местности и видов урочищ) предоставляет возможность для использования полученных результатов в качестве аналогов для пространственной интерполяции на всю территорию подтаежной зоны Западной Сибири.

Работа по уточнению характеристик компонентов ландшафтов продолжена в полевом сезоне 2025 года. Собранные и интегрированные в базу PostgreSQL данные полевых исследований за 2024–2025 гг. нескольких научных групп, выполняющих работы на Тюменском карбоновом полигоне, вероятно позволят провести анализ (в т.ч. математическое моделирование) исследуемых процессов, оказывающих влияние на эмиссию и поглощение.

#### Список источников

- Жучкова В.К., Раковская Э.М. 2004. Методы комплексных физико-географических исследований. М., Издательский центр «Академия», 368 с.
- Козин В.В. 1984. Ландшафтные исследования в нефтегазоносных районах. Тюмень, Изд-во ТюмГУ, 58 с.
- Национальный атлас почв Российской Федерации. 2011. М., Астрель, 632 с.

#### Список литературы

- Дюкарев Е.А., Веретенникова Е.Э., Сабреков А.Ф., Кулик А.А., Заров Е.А. 2024. Methane and Carbon Dioxide Fluxes Correlation According to Automatic Chamber Observations at the Mukhrino bog Ridge and Hollow Complex. Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата, 15(4): 276–288. <https://doi.org/10.18822/edgcc636456>.
- Колбовский Е.Ю., Гуня А.Н., Петрушина М.Н. 2022. Опыт сравнения геоинформационного моделирования и традиционного картографирования природных ландшафтов (на примере Приэльбрусья). ИнтерКарто. ИнтерГИС, 28(1): 523–539. <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2022-1-28-523-539>.
- Константинов А.О., Константинова Е.Ю., Новоселов А.А., Зайцева В.Ю., Курасова А.О. 2024. Гидроморфные почвы естественных и нарушенных ландшафтов Тура-Тавдинского междуречья (юг Западной Сибири). Вестник Томского государственного университета. Биология, 68: 6–26. <https://doi.org/10.17223/19988591/68/1>.
- Ларин С.И. 2023. Криогенный рельеф позднелайстоценовой перигляциальной зоны юго-запада Западной Сибири. В кн.: К познанию цельного образа криосферы Земли: изучение природных явлений и ресурсного потенциала Арктики и Субарктики. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Тюмень, 29–30 ноября 2023. Тюмень, ТюмГУ-Press: 183–187.
- Ларин С.И., Гусельников В.Л. 2013. Реликтовый криогенный морфолитогенез Ишимской равнины в позднем плейстоцене. В кн.: Геоморфология и картография. Материалы XXXIII Пленума Геоморфологической комиссии РАН, Саратов, 17–20 сентября 2013. Саратов, Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского: 397–400.
- Мильков Ф.Н. 1966. Ландшафтная география и вопросы практики. М., Мысль, 256 с.

- Недбаев И.С., Елсукова Е.Ю., Григорьева Я.Д., Колесников Р.А., Локтев Р.И., Ильясов Р.М. 2025. Пространственная дифференциация эмиссии CO<sub>2</sub> на территории карбонового полигона «Семь лиственниц» (ЯНАО). Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле, 35(2): 198–207. <https://doi.org/10.35634/2412-9518-2025-35-2-198-207>.
- Физико-географическое районирование Тюменской области. 1973. Под ред. Н.А. Гвоздецкого. М., Изд-во МГУ, 246 с.
- Dyukarev E., Zarov E., Alekseychik P., Nijp J., Filippova N., ... Lapshina E. 2021. The Multiscale Monitoring of Peatland Ecosystem Carbon Cycling in the Middle Taiga Zone of Western Siberia: the Mukhrino Bog Case Study. *Land*, 10(8): 824. <https://doi.org/10.3390/land10080824>.
- Golovatskaya E.A., Veretennikova E.E., Dyukarev E.A. 2024. Greenhouse Gas Fluxes and Carbon Sequestration in the Oligotrophic Peat Soils of Southern Taiga in Western Siberia. *Eurasian Soil Science*, 57(2): 210–219. <https://doi.org/10.1134/S1064229323602871>.
- Kulik A.A., Zarov E.A. 2023. The Influence of the Hydrometeorological Factors on the CO<sub>2</sub> Fluxes from the Oligotrophic Bog Surface. *Environmental Dynamics and Global Climate Change*, 14(4): 249–263. <https://doi.org/10.18822/edgcc624160>.
- Lapshina E.D., Kupriianova I.V. 2024. Spatio-Temporal Structure of Mire Landscapes: Basic Concepts and Approaches to Classification in National Mire Science. *Environmental Dynamics and Global Climate Change*, 15(1): 4–29. <https://doi.org/10.18822/edgcc633244>.
- Lapshina E.D., Zarov E.A. 2023. Stratigraphy of Peat Deposits and Mire Development in the Southern Part of the Forest Zone of Western Siberia in Holocene. *Environmental Dynamics and Global Climate Change*, 14(2): 70–101. <https://doi.org/10.18822/edgcc568688>.
- Loisel J., Gallego-Sala A.V., Amesbury M.J., Magnan G., Anshari G., ... Wu J. 2021. Expert Assessment of Future Vulnerability of the Global Peatland Carbon Sink. *Nature Climate Change*, 11(1): 70–77. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00944-0>.
- Schulze E. D., Lapshina E., Filippov I., Kuhlmann I., Mollicone D. 2015. Carbon Dynamics in Boreal Peatlands of the Yenisey Region, Western Siberia. *Biogeosciences*, 12(23): 7057–7070. <https://doi.org/10.5194/bg-12-7057-2015>.
- Semenova N.M., Lapshina E.D. 2001. Description of the West Siberian Plain. In: *Carbon Storage and Atmospheric Exchange by West Siberian Peatlands*. Tomsk, Utrecht: 10–22.
- Terentieva I.E., Glagolev M.V., Lapshina E.D., Sabrekov A.F., Maksyutov S. 2016. Mapping of West Siberian Taiga Wetland Complexes Using Landsat Imagery: Implications for Methane Emissions. *Biogeosciences*, 13(16): 4615–4626. <https://doi.org/10.5194/bg-13-4615-2016>.
- Tsyganov A.N., Zarov A., Mazei Y.A., Kulkov M.G., Babeshko K.V., ... Lapshina E.D. 2021. Key Periods of Peatland Development and Environmental Changes in the Middle Taiga Zone of Western Siberia During the Holocene. *Ambio*, 50: 1896–1909. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01545-7>.
- Yang H., Chae J., Yang A.R., Suwignyo R.A., Choi E. 2023. Trends of Peatland Research Based on Topic Modeling: Toward Sustainable Management under Climate Change. *Forests*, 14(9): 1818. <https://doi.org/10.3390/f14091818>.
- Zarov E.A., Jacotot A., Kulik A.A., Gogo S., Lapshina E.D., Dyukarev E.A. 2022. The Carbon Dioxide Fluxes at the Open-Top Chambers Experiment on the Ombrotrophic Bog (Mukhrino Field Station). *Environmental Dynamics and Global Climate Change*, 13(4): 194–201. <https://doi.org/10.18822/edgcc168830>.

## References

- Dyukarev E.A., Veretennikova E.E., Sabrekov A.F., Kulik A.A., Zarov E.A. 2024. Methane and Carbon Dioxide Fluxes Correlation According to Automatic Chamber Observations at the Mukhrino Bog Ridge and Hollow Complex. *Environmental Dynamics and Global Climate Change*, 15(4): 276–288 (in Russian). <https://doi.org/10.18822/edgcc636456>.
- Kolbovskii E.Yu., Gunya A.N., Petrushina M.N. 2022. A Comparison of GIS Landscape Modeling and Traditional Mapping (by the example of the Elbrus region). *InterCarto. InterGIS*, 28(1): 523–539 (in Russian). <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2022-1-28-523-539>.
- Konstantinov A.O., Konstantinova E.Yu., Novoselov A.A., Zaitseva V.Yu., Kurasova A.O. 2024. Hydromorphic Soils of Natural and Disturbed Landscapes of the Tura-Tavda Interfluvium (South of Western Siberia). *Tomsk State University Journal of Biology*, 68: 6–26 (in Russian). <https://doi.org/10.17223/19988591/68/1>.

- Larin S.I. 2023. Cryogenic Relief of the Late Pleistocene Periglacial Zone of the South-West of Western Siberia. In: To the Knowledge of the Integral Image of the Earth's Cryosphere: the Study of Natural Phenomena and Resource Potential of the Arctic and Subarctic. Materials of the All-Russian scientific-practical conference with international participation, Tyumen, 29–30 November 2023. Tyumen, Publ. TyumGU-Press: 183–187 (in Russian).
- Larin S.I., Guselnikov V.L. 2013. Reliktovyi kriogennyi morfolitogenez Ishimskoi ravniny v pozdnem pleistotsene [Relict Cryogenic Morpholithogenesis of the Ishim Plain in the Late Pleistocene]. In: Geomorfologiya i kartografiya [Geomorphology and cartography]. Materials of the XXXIII Plenum of the Geomorphological Commission of the Russian Academy of Sciences, Saratov, 17–20 September 2013. Saratov, Publ. Saratovskiy gosudarstvenniy universitet im. N.G. Chernyshevskogo: 397–400.
- Milkov F.N. 1966. Landshaftnaya geografiya i voprosy praktiki [Landscape Geography and Practical Issues]. Moscow, Publ. Mysl, 256 p.
- Nedbaev I.S., Elsukova E.Yu., Grigorieva Ya.D., Kolesnikov R.A., Loktev R.I., Ilyasov R.M. 2025. Spatial Differentiation of CO<sub>2</sub> Emission on the Territory of Carbonic Polygon “Seven Larch” (YANAO). Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences, 35(2): 198–207 (in Russian). <https://doi.org/10.35634/2412-9518-2025-35-2-198-207>.
- Fiziko-geograficheskoe raionirovanie Tyumenskoi oblasti [Physical-Geographical Zoning of the Tyumen region]. 1973. Ed. by N.A. Gvozdetkiy. Moscow, Publ. MGU, 246 p.
- Dyukarev E., Zarov E., Alekseychik P., Nijp J., Filippova N., ... Lapshina E. 2021. The Multiscale Monitoring of Peatland Ecosystem Carbon Cycling in the Middle Taiga Zone of Western Siberia: the Mukhrino Bog Case Study. Land, 10(8): 824. <https://doi.org/10.3390/land10080824>.
- Golovatskaya E.A., Veretennikova E.E., Dyukarev E.A. 2024. Greenhouse Gas Fluxes and Carbon Sequestration in the Oligotrophic Peat Soils of Southern Taiga in Western Siberia. Eurasian Soil Science, 57(2): 210–219. <https://doi.org/10.1134/S1064229323602871>.
- Kulik A.A., Zarov E.A. 2023. The Influence of the Hydrometeorological Factors on the CO<sub>2</sub> Fluxes from the Oligotrophic Bog Surface. Environmental Dynamics and Global Climate Change, 14(4): 249–263. <https://doi.org/10.18822/edgcc624160>.
- Lapshina E.D., Kupriianova I.V. 2024. Spatio-Temporal Structure of Mire Landscapes: Basic Concepts and Approaches to Classification in National Mire Science. Environmental Dynamics and Global Climate Change, 15(1): 4–29. <https://doi.org/10.18822/edgcc633244>.
- Lapshina E.D., Zarov E.A. 2023. Stratigraphy of Peat Deposits and Mire Development in the Southern Part of the Forest Zone of Western Siberia in Holocene. Environmental Dynamics and Global Climate Change, 14(2): 70–101. <https://doi.org/10.18822/edgcc568688>.
- Loisel J., Gallego-Sala A.V., Amesbury M.J., Magnan G., Anshari G., ... Wu J. 2021. Expert Assessment of Future Vulnerability of the Global Peatland Carbon Sink. Nature Climate Change, 11(1): 70–77. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00944-0>.
- Schulze E. D., Lapshina E., Filippov I., Kuhlmann I., Mollicone D. 2015. Carbon Dynamics in Boreal Peatlands of the Yenisey Region, Western Siberia. Biogeosciences, 12(23): 7057–7070. <https://doi.org/10.5194/bg-12-7057-2015>.
- Semenova N.M., Lapshina E.D. 2001. Description of the West Siberian Plain. In: Carbon Storage and Atmospheric Exchange by West Siberian Peatlands. Tomsk, Utrecht: 10–22.
- Terentjeva I.E., Glagolev M.V., Lapshina E.D., Sabrekov A.F., Maksyutov S. 2016. Mapping of West Siberian Taiga Wetland Complexes Using Landsat Imagery: Implications for Methane Emissions. Biogeosciences, 13(16): 4615–4626. <https://doi.org/10.5194/bg-13-4615-2016>.
- Tsyganov A.N., Zarov A., Mazei Y.A., Kulkov M.G., Babeshko K.V., ... Lapshina E.D. 2021. Key Periods of Peatland Development and Environmental Changes in the Middle Taiga Zone of Western Siberia During the Holocene. Ambio, 50: 1896–1909. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01545-7>.
- Yang H., Chae J., Yang A.R., Suwignyo R.A., Choi E. 2023. Trends of Peatland Research Based on Topic Modeling: Toward Sustainable Management under Climate Change. Forests, 14(9): 1818. <https://doi.org/10.3390/f14091818>.
- Zarov E.A., Jacotot A., Kulik A.A., Gogo S., Lapshina E.D., Dyukarev E.A. 2022. The Carbon Dioxide Fluxes at the Open-Top Chambers Experiment on the Ombrotrophic Bog (Mukhrino Field Station). Environmental Dynamics and Global Climate Change, 13(4): 194–201. <https://doi.org/10.18822/edgcc168830>.



*Поступила в редакцию 14.05.2025;  
поступила после рецензирования 02.09.2025;  
принята к публикации 02.10.2025*

*Received May 14, 2025;  
Revised September 02, 2025;  
Accepted October 02, 2025*

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Москвина Наталья Николаевна**, кандидат географических наук, заведующая кафедрой физической географии и экологии, Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

**Идрисов Ильдар Рустамович**, кандидат географических наук, заведующий кафедрой картографии и геоинформационных систем, Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

**Маршинин Александр Владимирович**, кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и экологии, Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

**Сиренко Полина Александровна**, студент кафедры картографии и геоинформационных систем, лаборант-исследователь проектного офиса «Green Solution Lab», Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

**Храпаль Максим Михайлович**, студент кафедры картографии и геоинформационных систем, лаборант-исследователь проектного офиса «Green Solution Lab», Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Natalya N. Moskvina**, Candidate of Geographical Sciences, Head of the Department of Physical Geography and Ecology, Tyumen State University, Tyumen, Russia

**Idar R. Idrisov**, Candidate of Geographical Sciences, Head of the Department of Cartography and Geoinformatics, Tyumen State University, Tyumen, Russia

**Aleksandr V. Marshinin**, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Geography and Ecology, Tyumen State University, Tyumen, Russia

**Polina A. Sirenko**, Student, Department of Cartography and Geoinformatics, laboratory researcher at the Green Solutions Lab project office, Tyumen State University, Tyumen, Russia

**Maksim M. Khrapal**, Student, Department of Cartography and Geoinformatics, laboratory researcher at the Green Solutions Lab project office, Tyumen State University, Tyumen, Russia