

Keywords: map field, surface relief, copying, profiling, unevenness radius, mining milling machine, profiler-planner.

Поступила в редакцию/received: 08.04.2025; после рецензирования/revised: 27.04.2025;
принята/accepted: 30.04.2025

УДК 622.331:556.56

МЕТОДОЛОГИЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ТОРФЯНОГО ФОНДА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ГЕОТЕХНОЛОГИЙ И ЦЕЛЕЙ НАЦИОНАЛЬНОГО КАДАСТРА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

К.Л. ШАХМАТОВ¹, канд. техн. наук, Т.В. ОРЛОВ², канд. геол.-минерал. наук,
О.В. ПУХОВА¹, канд. техн. наук, М.В. АРХИПОВА², канд. географ. наук,
В.В. БОНДАРЬ², асп.

¹Тверской государственный технический университет,
170026, Тверь, наб. Аф. Никитина, 22, e-mail: krl81@list.ru

²Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН,
101000, Москва, Уланский пер., 13, стр. 2, e-mail: tim.orlov@gmail.com

© Шахматов К.Л., Орлов Т.В., Пухова О.В.,
Архипова М.В., Бондарь В.В., 2025

В статье рассмотрены методологические подходы к инвентаризации современного состояния торфяных месторождений в целях уточнения площадей и состояния торфяников для Национального кадастра антропогенных выбросов парниковых газов, а также выбора участков для реализации на них климатических проектов по вторичному обводнению ранее осушенных торфяников. Предложена последовательность действий, а также материалы и методы для достижения обозначенных целей. Представлены результаты практического выполнения разработанного алгоритма на примере двух муниципальных образований Тюменской области.

Ключевые слова: торфяные болота, инвентаризация, осушенные торфяники, кадастр парниковых газов, климатический проект.

DOI: 10.46573/2658-5030-2025-3-59-70

ВВЕДЕНИЕ

Торфяные месторождения представляют высокий интерес со многих точек зрения [1, 2]. Исторически это территории, содержащие общераспространенное полезное ископаемое, традиционно используемое в качестве коммунально-бытового топлива и в сельском хозяйстве. Торфяная промышленность насчитывает более 100 лет, и в определенные исторические периоды торфяное топливо сыграло ключевую роль в энергетике страны [3]. Торфяные почвы активно используются в качестве плодородных земель, особенно в районах Западной Сибири и Дальнего Востока [4–7], развиваются технологии добычи торфа на Северо-Западе России [8], а также существуют перспективы использования торфяников в арктических и субарктических районах

России [9]. Однако в последние десятилетия добыча торфа существенно сократилась [10–12]. При этом на огромных территориях бывших торфоразработок не проводилось необходимых рекультивационных работ. Именно это обстоятельство определило их последующее состояние, при котором долгое время осушительная сеть продолжала функционировать, что, в свою очередь, обусловило сохранение пожароопасных условий. Более того, торф, являясь одним из самых значительных накопителей органического углерода, в осушенном состоянии подвержен активному биохимическому распаду (окислению, минерализации), что сопровождается выделением парниковых газов (ПГ), в первую очередь диоксида углерода и метана [13].

Российская Федерация ратифицировала рамочную Конвенцию ООН об изменении климата (РКИК ООН) 4 ноября 1994 г. (Российская Федерация, 1994). В 2004 г. Россия ратифицировала Киотский протокол к РКИК ООН (Российская Федерация, 2004). Российская Федерация является стороной РКИК ООН, входящей в приложение I, и стороной Киотского протокола, входящей в приложение «B». В соответствии со своими обязательствами по статьям 4 и 12 РКИК ООН, РФ разрабатывает, периодически (в настоящее время – ежегодно) обновляет, публикует и представляет Конференции Сторон через ее секретариат национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями всех ПГ, не регулируемых Монреальским протоколом. Организационное руководство разработкой доклада осуществляется Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Методическое руководство, оценки выбросов и абсорбции ПГ, подготовка и редактирование доклада выполняются Федеральным государственным бюджетным учреждением «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Изraelя (ФГБУ «ИГКЭ»). В рамках этого доклада выбросы ПГ от водно-болотных угодий, в том числе и торфяников, определяются в разделе «Землепользование, изменение в землепользовании и лесное хозяйство» (ЗИЗЛХ), где приводятся категории земель и угодья, по которым осуществляется государственный учет земельного фонда страны.

Сведения по площади торфоразработок доступны только для 1990, 1996, 1998–2007 гг. (Роснедвижимость, 1990, 1996, 2008а; письмо Росреестра от 12.02.2013 № 18-исх/01105-НА/13). Согласно информации Росреестра, после 2008 года в соответствии с постановлением Правительства РФ от 01.06.2009 № 457 не предусмотрен сбор сведений по площадям торфоразработок. Для периода с 1990 по 2008 гг. площадь торфоразработок, включая действующие и выработанные месторождения, принята равной 316,6 тыс. га. Данные по площадям торфоразработок с 2009–2022 гг. предоставлены Минэнерго России (Письмо № ПС-17680/11 от 29.11.2022). С 2009 по 2022 гг., согласно этим данным, общая площадь торфоразработок составила 325,2 тыс. га, включая действующие, выработанные и обводненные участки [14].

В работе [15] рассмотрена отраслевая информация по торфяным болотам России, история освоения, а также методы сбора и хранения данных, структура информации и условия доступа к ней.

Тем не менее фактическая ситуация может существенно отличаться от официальной [14, 16], что может значительно повлиять на итоговые выбросы ПГ от торфоразработок. Отмечается, что площади торфоразработок получены методом экстраполяции данных 2007 года, поэтому их неопределенность оценивается $\pm 50\%$ [14, 17].

Именно поэтому существует необходимость в более объективной оценке современного состояния бывших торфоразработок в период не позднее последних 2...3 лет на обширных территориях регионов Российской Федерации.

Выброс CO_2 рассчитывается в соответствии с методом Уровня 1 и коэффициентами, рекомендованными в дополнительном руководстве МГЭИК по водно-болотным угодьям (IPCC, 2013) [14]. Согласно представленным в нем рекомендациям, выбросы CO_2 при торфоразработках происходят непосредственно на территории осушения ($\text{EF_CO}_2_{\text{on-site}}$), а также при вымывании органического материала (растворенное органическое вещество) ($\text{EF_CO}_2_{\text{DOC}}$). Эти коэффициенты для торфоразработок в умеренной зоне составляют: $\text{EF_CO}_2_{\text{on-site}} = 2,8 \text{ т С/га/год}$; $\text{EF_CO}_2_{\text{DOC}} = 0,31 \text{ т С/га/год}$.

Выделяют несколько категорий земель в категории "wetlands" (водно-болотные угодья) с определенными коэффициентами эмиссии ПГ [18]. В первую очередь выделяется категория "drained inland organic soils", или осушенные органические почвы (не прибрежные). Далее выделяются такие подкатегории, как "Nutrient-poor" и "Nutrient-rich", что соответствует верховым и низинным торфяникам, затем следующие основные категории, по которым ведутся дальнейшие работы по определению выбросов/поглощений ПГ в российском Национальном кадастре ПГ: Forest Land, Cropland, Grassland, Peatland Managed for Extraction, что соответствует облесенным торфяникам, пахотным угодьям, сенокосам/пастбищам, а также территориям добычи торфа / заброшенным территориям добычи торфа. Для каждой категории определены свои коэффициенты эмиссии ПГ, которые и используются в Национальном кадастре ПГ [17].

В Российской Федерации уже более 10 лет проводятся систематические измерения ПГ от торфоразработок [19, 20] с учетом их современного состояния, что также может способствовать уточнению коэффициентов эмиссии ПГ в целях корректировки итоговых выбросов ПГ, определяемых на национальном уровне.

Таким образом, основная цель работы – определить методологические основы проведения инвентаризации современного состояния торфяного фонда регионов Российской Федерации для актуализации качественного состояния и площадей торфяников.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С целью использования результатов инвентаризации торфяного фонда регионов Российской Федерации в Национальном кадастре ПГ были определены основные виды современного состояния нарушенных торфяников, имеющие максимальное распространение в нашей стране и соответствующие категориям, используемым в работе [6], – это облесенные торфяники или леса на органических почвах (Forest Land); сельскохозяйственные угодья, включая сенокосы, луга и пастбища (Grassland), а также добыча торфа (Peatland Managed for Extraction).

Весь спектр работ реализован в южной части Тюменской области, в частности, в двух муниципальных образованиях – Нижнетавдинском и Тюменском муниципальных районах.

Общая методика работ по оценке современного состояния торфяников рассматриваемой территории состояла из трех этапов.

1. Камеральный этап:

анализ данных по балансовым запасам торфа, включая контуры торфяников, числящихся на государственном балансе общераспространенных полезных ископаемых (ОПИ);

анализ всех доступных картографических материалов (геологических, почвенных, топографических и других карт и карт-схем) с целью выявления всех заболоченных территорий;

анализ данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и выделение эталонных участков, однозначно характеризующих тип современного состояния и использования, таких как луга и пастбища, выработанные торфяники, облесенные территории, обводненные территории и т.д.;

определение торфяников или их отдельных частей для проведения полевых работ с целью подтверждения вида современного состояния и использования, а также сбора полевых данных.

2. Полевой этап:

верификация данных камерального этапа с целью подтверждения или опровержения предварительных результатов;

сбор фактических данных о состоянии торфяников, в частности, определение фактического вида землепользования, описание доминантных видов растений, измерение остаточной мощности торфа, уровня болотных вод (УБВ) и оценка общей степени обводненности.

3. Корректировка первичной информации на основе совмещения камеральных и полевых данных.

На этапе камеральных работ было проанализировано 14 карт и карт-схем, включая общие сведения о территории района работ, состояние изученности торфяного фонда района работ, геологическое строение, гидрологические и гидрогеологические условия района.

Для анализа архивных материалов были собраны данные из 98 источников по маршрутным, рекогносцировочным и детальным разведкам торфяников, а также 25 паспортов торфяных месторождений, а также рассмотрено 6 источников фондовой информации о состоянии нераспределенного фонда недр (месторождений торфяного сырья).

Обобщены и проанализированы ретроспективные и современные данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для подтверждения хозяйственного использования территории, определения современного состояния растительного покрова и характера зарастания поверхности месторождений. Такие работы проводились по всем 143 торфяникам. Анализ включал изучение 58 космических снимков за период с 1963 по 2024 гг.

Использовались следующие данные ДЗЗ:

1. Снимки Corona в период с 1963 по 1982 гг. (разрешение от 1,8 до 12 м/пикс);
2. Снимки Landsat 1–5 с 1973 по 1977 гг. (разрешение 60 м/пикс);
3. Снимки Landsat 4–5 TM с 1984 по 1999 гг. (разрешение 30 м/пикс);
4. Снимки Landsat 7 с 1999 по 2005 гг. (разрешение 30 м/пикс);
5. Высокодетальные снимки WorldView-2 за 2018, 2021, 2022 и 2023 гг. (разрешение 0,5 м/пикс).

В рамках полевых работ было обследовано 57 контуров разных торфяных месторождений, равномерно распределенных по всей рассматриваемой территории (общее количество полевых точек обследования – 420). Все полевые работы были приурочены к однородным классам поверхности и характеризовали их типичное состояние. В каждой точке производились следующие работы:

- зондирование торфяной залежи для определения остаточной мощности торфа;
- отбор по две пробы верхнего слоя торфа на каждом однородном участке торфяной залежи для определения его основных характеристик (ботанического состава, степени разложения, плотности, пористости, влажности, зольности);
- определение УБВ;

ботаническое описание всех однородных участков поверхности торфяного месторождения с выделением основных видов растительности;

обследование осушительной сети и сети противопожарных водоемов и каналов на предмет их зарастания, оплывания, заиливания, разрушения, перекрытия бобровыми плотинами и др.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По итогам сбора и обобщения фондовой информации о торфяниках на территории рассматриваемых муниципальных районов выявлено 143 торфяных месторождения. Их общая площадь составляет 416 328 га, две трети из которых занимают два торфяных месторождения – Тарманское и Лайминское (соответственно 30 и 33 % от общей площади всех торфяных месторождений рассматриваемых районов). В табл. 1 представлено распределение торфяников по площади и типу залежи.

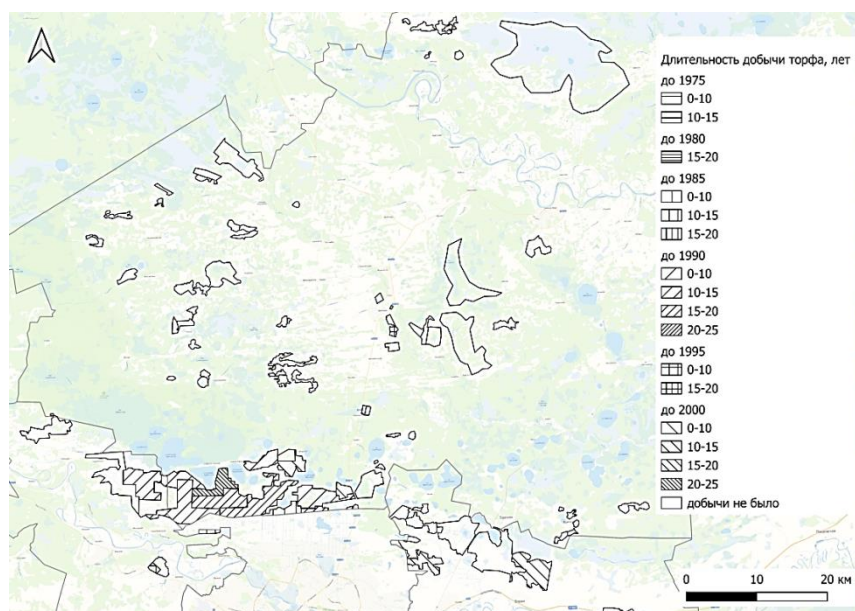
Таблица 1. Анализ распределения торфяников Нижнетавдинского и Тюменского районов Тюменской области

Площади торфяных месторождений	Количество торфяных месторождений		
	Нижнетавдинский район	Тюменский район	Всего
Менее 100 га	8	65	73
100...500 га	16	16	32
500...1 000 га	11	3	14
Более 1 000 га	15 (включая Мирское и Лайминское)	8 (включая Тарманское)	24
ИТОГО			143
Распределение торфяников по типу залежи	Количество торфяников		
Верховых	4	11	15
Низинных	33	71	104
Переходных	4	4	8
Комплексных	10	6	16
ИТОГО			143

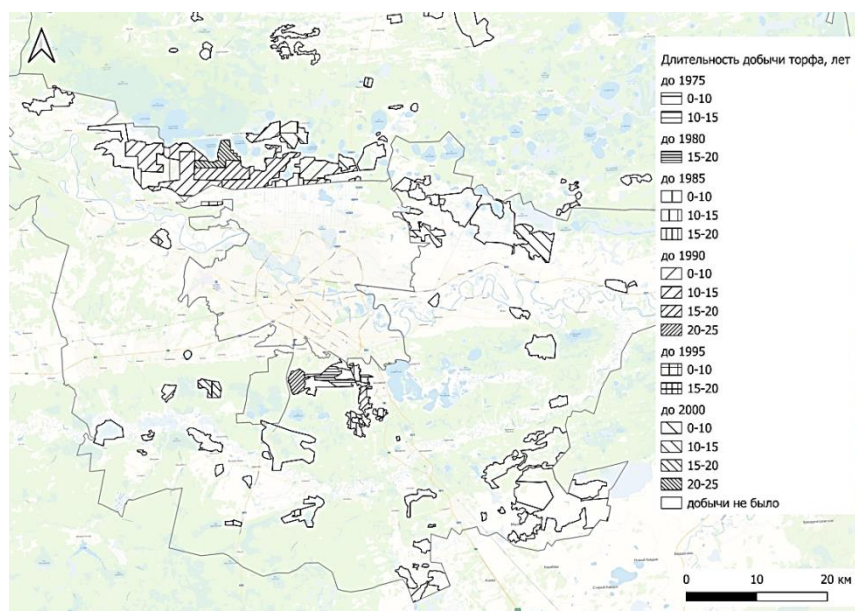
Анализ данных ДЗЗ охватывал весь период использования торфяников. В частности, был определен вид первоначального использования и соответствующий период, последующий вид хозяйственного использования торфяников, а также вид современного состояния или хозяйственного использования. Типы землепользования, такие как добыча торфа, лесная мелиорация и сельское хозяйство, определялись по прямым и косвенным дешифровочным признакам. Если для добычи торфа характерна частая сеть картовых и магистральных осушительных каналов, участки открытого торфа, то для сельского хозяйства – более широкая сеть каналов, присутствие луговой растительности и следов распахки, а для лесной мелиорации – сеть, состоящая из прямых и косых линий каналов, и лесная растительность. В результате были определены соответствующие эталонные участки космических снимков для дешифрирования по ним всей рассматриваемой территории.

На основе данного этапа были выявлены основные виды современного использования нарушенных торфяников и их площади, выделены однородные и типичные участки торфяников, определены объекты для полевых работ.

В первую очередь следует отметить, что единственным способом добычи торфяного сырья на территории рассматриваемого района был фрезерный способ. На рис. 1 представлены периоды и длительность добычи торфа в Нижнетавдинском и Тюменском районах Тюменской области.



(а)

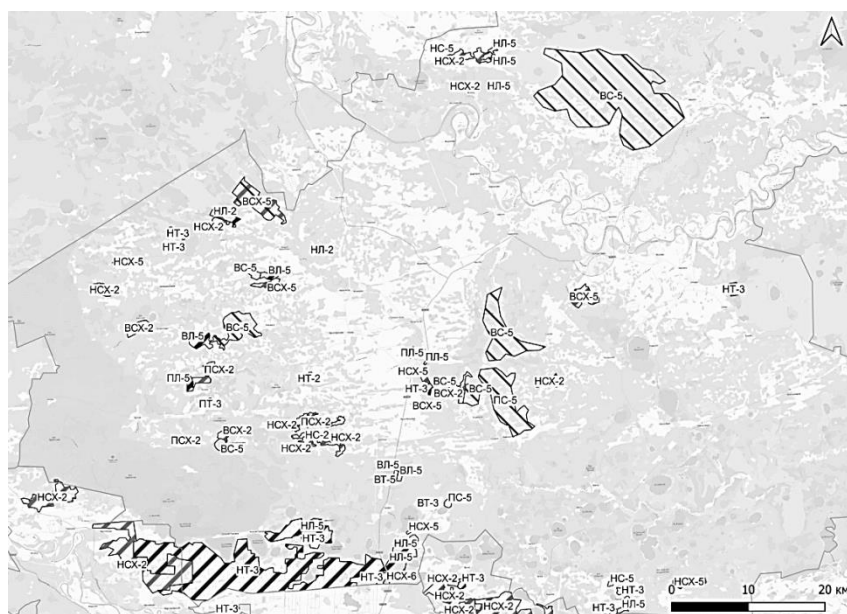


(б)

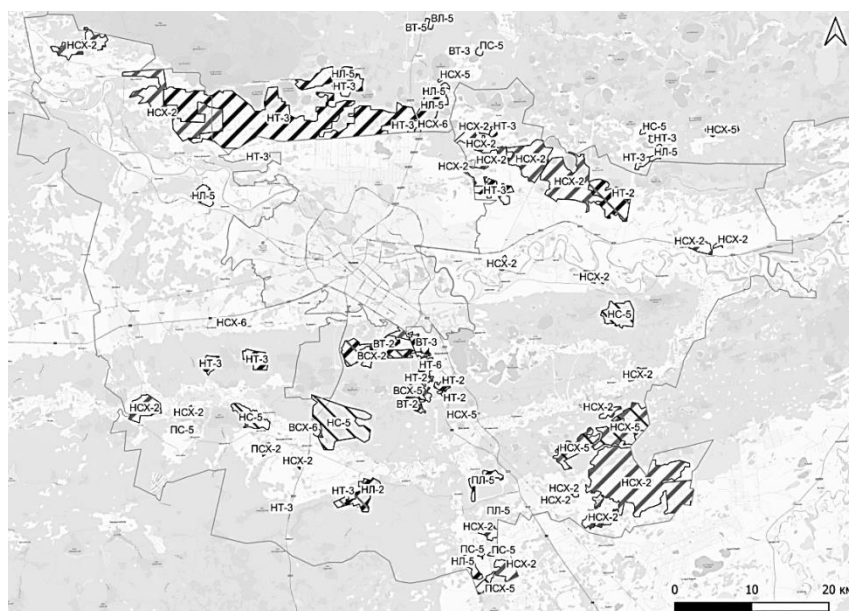
Рис. 1. Периоды и длительность добычи торфа в Нижнетавдинском (а) и Тюменском (б) районах Тюменской области

Всего было выделено 29 торфяников, на которых велась добыча торфа (в Нижнетавдинском районе – на 13 объектах, в Тюменском – на 16). Большинство торфяников разрабатывалось до 1990–2000 гг. В последующие годы добыча торфа осуществлялась только на отдельных частях двух торфяных месторождений – Тарманского и Борового. Таким образом, торфодобыча велась на площади 21 762 га.

На втором этапе анализировалась история последующего использования данных торфяников и определялось их современное состояние. На рис. 2 представлена карта истории землепользования рассматриваемых районов.





















(а)



(б)

Рис. 2. Карта истории землепользования Нижнетавдинского (а) и Тюменского (б) районов Тюменской области. Легенда к карте (в)

Верховой тип	
ВЛ-5	 лесная мелиорация - влажные, заболоченные леса и залесенные болота
ВС-5	 слабонарушенное - влажные, заболоченные леса и залесенные болота
ВСХ-2	 сельское хозяйство - луга и пастбища, частично закустаренные
ВСХ-5	 сельское хозяйство - влажные, заболоченные леса и залесенные болота
ВСХ-6	 сельское хозяйство - обводненные торфяники
ВТ-2	 добыча торфа - луга и пастбища, частично закустаренные
ВТ-3	 добыча торфа - выработанные и заброшенные торфяники
ВТ-5	 добыча торфа - влажные, заболоченные леса и залесенные болота
Низинный тип	
НЛ-2	 лесная мелиорация - луга и пастбища, частично закустаренные
НЛ-5	 лесная мелиорация - влажные заболоченные леса и залесенные болота
НС-2	 слабонарушенное - луга и пастбища, частично закустаренные
НС-5	 слабонарушенное - влажные, заболоченные леса и залесенные болота
НСХ-2	 сельское хозяйство - луга и пастбища, частично закустаренные
НСХ-5	 сельское хозяйство - влажные, заболоченные леса и залесенные болота
НСХ-6	 сельское хозяйство - обводненные торфяники
НТ-2	 добыча торфа - луга и пастбища, частично закустаренные
НТ-3	 добыча торфа - выработанные и заброшенные торфяники
НТ-5	 добыча торфа - обводненные торфяники
Переходный тип	
ПЛ-5	 лесная мелиорация - влажные, заболоченные леса и залесенные болота
ПС-5	 слабонарушенное - влажные, заболоченные леса и залесенные болота
ПСХ-2	 сельское хозяйство - луга и пастбища, частично закустаренные
ПСХ-5	 сельское хозяйство - влажные, заболоченные леса и залесенные болота
ПСХ-3	 добыча торфа - выработанные и заброшенные торфяники

(в)

Рис. 2. Продолжение

Анализ истории использования торфяников показал, что наиболее распространенным изменением типов землепользования являются низинные болота, которые ранее осушались для сельскохозяйственных целей и в настоящее время представляют собой луга и пастбища, частично закустаренные. Распространены также типы перехода низинных болот, осушенных с целью добычи торфа и на сегодняшний день представляющих собой заброшенные торфяники.

Низинные болота, осушенные для сельского хозяйства и на текущий момент представляющие собой луга и пастбища, имеют наибольшую площадь. Широко распространены слабонарушенные верховые болота, которые остались влажными заболоченными лесами и залесенными болотами.

На следующем этапе были определены объекты для полевых работ с целью сбора фактических данных о состоянии торфяников, в частности, установлен фактический вид землепользования, описаны доминантные виды растений, измерена остаточная мощность торфа, УБВ и дана оценка общей степени обводненности.

В результате полевых работ было выявлено, что на территориях, использованных для сельского хозяйства, остаточная мощность торфа практически отсутствовала. На отдельных участках глубина торфа не превышала 30 см. Таким образом, эти территории не могут считаться торфяниками. Вероятнее всего, их следует отнести к землям сельскохозяйственного назначения.

На облесенных участках остаточная мощность торфа была также невелика. В среднем по исследованным участкам глубина торфа колебалась в диапазоне 50 ± 40 см.

Результаты инвентаризации нарушенных торфяников рассматриваемых муниципальных районов Тюменской области представлены в табл. 2.

Таблица 2. Виды современного состояния нарушенных торфяников
Нижнетавдинского и Тюменского районов Тюменской области

Вид хозяйственного использования	Вид первичного хозяйственного использования	Тип торфяной залежи	Площадь, га	Доля, %
Влажные, заболоченные леса и залесенные болота (Forest Land)	Добыча торфа	Верховое	64,3	43,7
		Переходное	113,9	
	Лесная мелиорация	Верховое	573,1	
		Низинное	2 516,80	
		Переходное	778,5	
	Сельское хозяйство	Верховое	2 678,60	
		Низинное	3 890,10	
		Переходное	272,9	
	Слабонарушенное	Верховое	19 574,70	
		Низинное	5 036,50	
		Переходное	3 000,10	
ВСЕГО			38 499,5	
Выработанные и заброшенные торфяники (Peatland Managed for Extraction)	Добыча торфа	Низинное	16 507,50	18,8
	ВСЕГО		16 507,50	
Луга и пастбища, частично закустаренные (Grassland)	Добыча торфа	Верховое	2 117,00	36,9
		Низинное	2 476,40	
	Лесная мелиорация	Низинное	1 368,00	
	Сельское хозяйство	Верховое	1 386,60	
		Низинное	24 012,60	
		Переходное	1 010,90	
	Слабонарушенное	Низинное	79,2	
ВСЕГО		32 450,70		
Обводненные торфяники (Rewetted peatlands)	Добыча торфа	Низинное	20,9	0,3
	Сельское хозяйство	Верховое	93,1	
	Сельское хозяйство	Низинное	142,1	
	ВСЕГО		256,1	
Частичная застройка (Settlements)	Добыча торфа	Верховое	319,7	0,4
	ВСЕГО		319,7	
ИТОГО			88 033,50	100,0

По итогам полевого этапа были существенно скорректированы предварительные данные. В первую очередь, все территории, используемые последние 20 лет под сенокосы и пастбища, не содержат торфа. Получается, что из 88 033,5 га нарушенных торфяников 32 450,7 га (36,9 %) в настоящее время не являются торфяными месторождениями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработаны методологические основы проведения инвентаризации торфяного фонда для последующего использования полученных данных при оценке выбросов парниковых газов на национальном уровне. Обязательными этапами работ являются:

1) сбор фондовых данных о контурах торфяников, числящихся на государственном балансе ОПИ, поскольку только такие торфяники могли быть использованы для добычи торфа;

2) анализ данных ДЗЗ для определения периодов разработки торфяников и видов последующего использования этих территорий.

Используя данные полевого этапа, можно исключить из дальнейшей работы участки, используемые для сенокосов и пастбищ, и уже на основе этих данных получить информацию о площадях ранее осушенных торфяников регионов РФ.

Дальнейшие работы, в частности полевые исследования, значительно повышают точность инвентаризации.

Результаты работ, проведенных в указанных выше районах Тюменской области, показали, что из 416 328 га торфяных болот, числящихся на государственном балансе полезных ископаемых, в период активного освоения торфяников было нарушено 88 033 га, что составляет 21 % от общей площади торфяных болот. При этом наиболее распространенным типом современного состояния торфяников являются залесенные территории (43,7 %). На втором месте находятся сельскохозяйственные угодья в виде лугов, пастбищ и сенокосов (36,9 %). Поскольку эти территории не содержат остаточного слоя торфа, они могут быть исключены из площадей торфяников, используемых в Национальном кадастре ПГ. На третьем месте – заброшенные торфяники без следов рекультивации, т.е. брошенные поля фрезерной добычи торфа (18,8 %). Обводненные и застроенные территории занимают не более половины процента от общей площади использованных торфяников. Этот факт подтверждается полевыми исследованиями. Еще одним результатом работ стали эталонные изображения современного состояния торфяников, полученные со спутниковых снимков, использование которых существенно повышает качество и достоверность результатов работ по ДЗЗ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яблонев А.Л., Пухова О.В. Современные направления использования торфа // *Вестник Тверского государственного технического университета*. 2010. № 17. С. 104–107.

2. Мисников О.С., Тимофеев А.Е. О рациональном использовании энергетических и минеральных ресурсов торфяных месторождений // *Горный журнал*. 2008. № 11. С. 59–63.

3. Мисников О.С., Копенкина Л.В. Возникновение торфяного дела в России // *Горный журнал*. 2020. № 2. С. 95–99.

4. Мисников О.С., Тимофеев А.Е., Михайлов А.А. Анализ технологий разработки торфяных месторождений в странах дальнего и ближнего зарубежья // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2011. № 9. С. 84–92.

*Вестник Тверского государственного технического университета.
Серия «Технические науки». № 3 (27), 2025*

5. Алпеева Е.А., Гончаров М.С. Торфяная промышленность Российской Федерации. Проблемы и перспективы // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021. № 3. С. 121–130.
6. Воскобойник М.П. Прогноз добычи торфа в условиях инновационного развития экономики России // *Горная промышленность*. 2015. № 4 (122). С. 22.
7. Синюткина А.А., Малолетко А.А., Беленко А.А., Гашкова Л.П., Харанжевская Ю.А. Оценка современного состояния перспективных для освоения участков торфяных месторождений Томской области // *Достижения науки и техники АПК*. 2014. № 12. С. 72–75.
8. Нагорнов Д.О. Технология добычи торфяного сырья в СЗФО // *Высшая школа*. 2015. № 9. С. 63–66.
9. Заровняев Б.Н., Попов В.Ф., Шубин Г.В., Будикина М.Е., Соколова М.Д. Перспективы освоения месторождений торфа арктических и субарктических районов России // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2020. № 6. С. 168–177.
10. Панов В.В., Мисников О.С. Современные тенденции развития торфяной отрасли России // *Труды Инсторфа*. 2015. № 11 (64). С. 3–12.
11. Плаиткина Л.С., Апухтин П.А. Анализ развития торфяной промышленности в России и мире в период с 2000 по 2009 годы // *Горная промышленность*. 2011. № 1 (95). С. 4–12.
12. Панов В.В., Мисников О.С., Купорова А.В. Проблемы и перспективы развития торфяного производства в Российской Федерации // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2017. № 5. С. 105–117.
13. Singh K. Allocation and Sustainable Management of Peat Resources on Public Land // *AEP Public Land Management*. 2016. № 9. P. 1–14.
14. А.А. Романовская [и др.]. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2020 гг. Москва, 2022. 468 с. URL: http://downloads.igce.ru/kadastr/RUS_NIR-2022_v1_rev.pdf (дата обращения: 17.04.2025).
15. Торфяные болота России: к анализу отраслевой информации / под ред. А.А. Сирина и Т.Ю. Минаевой. М.: Геос, 2001. 190 с.
16. Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство): Национальный доклад / под ред. Р.С.-Х. Эдельгериева. М.: ООО «Издательство МБА», 2019. Т. 2. 476 с.
17. Коротков В.Н., Трунов А.А., Исаева А.В., Медведева М.А. Торфяники в национальном кадастре парниковых газов // *Западно-Сибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее: Материалы Седьмого Международного полевого симпозиума*. Томск: ТГУ, 2024. С. 11–12.
18. IPCC 2014, 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands / Eds. Hiraishi T., Krug T., Tanabe K., Srivastava N., Baasansuren J., Fukuda M., Troxler T.G. Switzerland: IPCC, 2014.
19. Кривенок Л.А., Суворов Г.Г., Авилов В.К., Сирин А.А. Измерение потоков CO₂, CH₄ и H₂O методом турбулентных пульсаций: использование мобильной установки и учет изменяющейся зоны охвата // *Оптика атмосферы и океана*. 2019. № 11. С. 942–950.
20. Суворов Г.Г., Чистотин М.В., Сирин А.А. Потери углерода при добыче торфа и сельскохозяйственном использовании осушенного торфяника в Московской области // *Агрохимия*. 2015. № 11. С. 51–62.

Для цитирования: Шахматов К.Л., Орлов Т.В., Пухова О.В., Архипова М.В., Бондарь В.В. Методология инвентаризации торфяного фонда Российской Федерации для реализации геотехнологий и целей национального кадастра парниковых газов // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки». 2025. № 3 (27). С. 59–70.

**METHODOLOGY OF INVENTORY OF THE PEATLANDS
OF THE RUSSIAN FEDERATION FOR THE IMPLEMENTATION
OF GEOTECHNOLOGIES AND OBJECTIVES
OF THE NATIONAL GREENHOUSE GAS CADASTRE**

K.L. SHAKHMATOV¹, Cand. Sc., T.V. ORLOV², Cand. Sc., O.V. PUKHOVA¹, Cand. Sc.,
M.V. ARKHIPOVA², Cand. Sc., V.V. BONDAR², Postgraduate

¹Tver State Technical University,
22, Af. Nikitin emb., Tver, 170026, e-mail: krl81@list.ru
²Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS,
13, bldg 2, Ulanskiy lane, Moscow, 101000, e-mail: tim.orlov@gmail.com

The article discusses methodological approaches to inventorying the current state of peat birthplaces for the purposes of selecting a site for climate projects, as well as to clarify the areas and state of peatlands for conducting an inventory of anthropogenic young greenhouse gases. A sequence of actions, as well as materials and methods for achieving the stated goals are proposed. The results of practical implementation of the developed algorithm of actions are also presented using the example of two municipalities of the Tyumen region.

Keywords: peatlands, peatland inventory, drained peatlands, greenhouse gas inventory, climate project.

Поступила в редакцию/received: 17.04.2025; после рецензирования/revised: 27.04.2025;
принята/accepted: 30.04.2025

УДК 622.232.8

**СОЗДАНИЕ И ОЦЕНКА 3D-МОДЕЛИ СПИРАЛЬНО-КОНИЧЕСКОЙ
ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ ТРАНСМИССИИ ГОРНОЙ ТЕХНИКИ**

К.Х. ФАМ¹, канд. техн. наук, Х.Т. ДИНЬ¹, асп.,
В.Т. ФАМ¹, магистр, М.Ю. КУХАРЬ², асп.

¹Технический университет им. Ле Куи Дона,
Вьетнам, Ханой, ул. Хоанг Куок Вьет, 100, e-mail: phqhoang@gmail.ru
²Национальный исследовательский технологический университет МИСИС,
119049, Москва, Ленинский пр., 4, стр. 1, e-mail: artvik@bk.ru

© Фам К.Х., Динь Х.Т., Фам В.Т., Кухарь М.Ю., 2025

В статье представлены основные этапы создания 3D-модели спирально-конической зубчатой передачи с помощью пакета программ Autodesk Inventor. Построение модели выполнено с помощью расчета координат сетки точек на поверхности зуба в программном модуле MTCalc. Результаты проверки геометрии

*Вестник Тверского государственного технического университета.
Серия «Технические науки». № 3 (27), 2025*