

УДК 332.025.13:621.643.053

<https://doi.org/10.33764/2411-1759-2025-30-6-173-182>

## Мониторинг земель, занятых магистральными трубопроводами: нормативные требования и технологии мониторинга

Т. И. Кузнецов<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup>ООО «НИИ Транснефть», г. Москва, Российская Федерация

e-mail: KuznetcovTI@niitnn.transneft.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются требования к государственному мониторингу земель, занятых магистральными трубопроводами, устанавливаемые Земельным кодексом Российской Федерации, а также требования к мониторингу магистральных трубопроводов, устанавливаемые Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору. Задачи и состав работ в рамках двух мониторингов существенно пересекаются. При этом в обоих случаях предусмотрено использование данных дистанционного зондирования Земли в качестве источника информации о пространственном положении объектов, состоянии использования земель, наличия опасных геологических процессов. Тем не менее детальные данные, получаемые в рамках именно мониторинга магистральных трубопроводов, не используются при осуществлении государственного мониторинга земель, съемочные работы и работы по дешифрированию результатов съемок дублируются, а периодические сведения о техническом состоянии трубопровода не учитываются. Этим вопросам посвящено данное исследование. В статье рассмотрены требования нормативной документации к видам обследований, их периодичности и точности для магистральных трубопроводов и земель, по которым они проходят. Приводится концепция методики комплексного мониторинга земель, занятых магистральными трубопроводами, позволяющая использовать данные, получаемые при эксплуатации магистральных трубопроводов, для целей государственного мониторинга земель и обеспечивающая при этом оптимизацию работ.

**Ключевые слова:** государственный мониторинг земель, магистральный трубопровод, требования нормативной документации, геотехнический мониторинг, опасные геологические процессы

### Для цитирования:

Кузнецов Т. И. Мониторинг земель, занятых магистральными трубопроводами: нормативные требования и технологии мониторинга. *Вестник СГУГиТ*. 2025. Т. 30, № 6. С. 173–182. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2025-30-6-173-182>

## Comprehensive analysis of regulatory frameworks and advanced technologies for monitoring lands occupied by trunk pipelines

T. I. Kuznetsov<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup>Transneft R&D, LLC, Moscow, Russian Federation

e-mail: KuznetcovTI@niitnn.transneft.ru

**Abstract.** The article addresses the regulatory requirements for monitoring lands occupied by trunk pipelines, which are characterized by the extensive length and dynamic processes occurring within the

pipeline corridor, where natural environments are continually influenced by anthropogenic factors. A critical objective of state monitoring of these lands is the timely detection of changes in land conditions, assessment and forecasting of these changes, and the development of strategies to prevent and/or mitigate negative impacts on the land. Special emphasis is placed on existing technologies and data requirements for monitoring trunk pipelines, including the determination of their spatial positioning, burial depth, and the dynamics of natural and anthropogenic processes within the pipeline corridor. The article presents results from the remote sensing-based monitoring of pipeline routes and offers recommendations for establishing a comprehensive land monitoring system.

**Keywords:** land monitoring, trunk pipeline, remote-sensing of the earth, regulatory framework, digital aerial photography, airborne laser scanning

**For citation:**

Kuznetsov T. I. (2025). Comprehensive analysis of regulatory frameworks and advanced technologies for monitoring lands occupied by trunk pipelines. *Vestnik SSUGiТ [Vestnik SSUGT] Vol. 30, No. 6.* pp. 173–182. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2025-30-6-173-182>

**Введение**

В Земельном кодексе РФ установлен государственный статус мониторинга земель, который является частью государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды).

Мониторинг земель представляет собой систему наблюдений, оценки и прогнозирования, направленный на получение достоверной информации о состоянии земель, об их количественных и качественных характеристиках, их использовании и о состоянии плодородия почв [1]. Ключевой задачей государственного мониторинга земель является своевременное выявление изменений состояния земель, оценка и прогнозирование этих изменений, выработка предложений о предотвращении и/или устранении негативных воздействий на них.

Мониторинг земель подразделяется на мониторинг использования земель и мониторинг состояния земель. При мониторинге использования земель осуществляется наблюдение за их целевым использованием в соответствии с назначением, а при мониторинге состояния земель – наблюдение за изменением их количественных и качественных характеристик, при этом выявляются источники воздействий и развития негативных процессов как техногенного, так и природного характера. К источникам техногенного воздействия на земли относятся магистральные трубопроводы (МТ) и их инфраструктура.

Для обеспечения безопасной эксплуатации МТ и их инфраструктуры приказами Фе-

деральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) утверждены правила, включающие требования к мероприятиям по периодическим обследованиям МТ.

При реализации программ мониторинга земель и обеспечения безопасной эксплуатации объектов трубопроводного транспорта реализуются мероприятия, подразумевающие установление границ зон с особыми условиями использования территорий, включая границы охранных зон и зон минимальных состояний, контроль за их соблюдением, выявлением нарушений. При этом детальные данные, получаемые в рамках именно мониторинга МТ, не используются при осуществлении государственного мониторинга земель, съемочные работы и работы по дешифрированию результатов съемок дублируются, а периодические сведения о техническом состоянии трубопровода не учитываются при оценке и прогнозировании состояния и использования земель.

Для оценки возможности использования результатов мониторинга МТ при осуществлении государственного мониторинга земель рассмотрим требования нормативной документации к проведению обследований.

**Требования к проведению государственного мониторинга земель**

Статьей 67 Земельного кодекса РФ, приказами Росреестра (№ П/0315 от 22.07.2021

и № П/0393 от 23.10.2020), а также приказами Минсельхоза РФ (№ 664 от 24.12.2015 и № 150 от 04.05.2010) для сельскохозяйственных земель определены требования к мониторингу земель, в том числе занятых МТ (табл. 1).

Нормативная документация содержит требования к определению состояния земель, оценке протекающих опасных природных процессов (эрозии, опустынивания, подтопления и др.), выявлению затопленных, заболоченных переувлажненных, нарушенных земель.

Земли, занятые МТ, представляют собой сложную природно-хозяйственную территориальную систему. Обеспечение рационального землепользования таких систем достигается безопасной эксплуатацией, входящих в их состав объектов МТ и их инфраструктуры. МТ влияют на использование земель, оказывая в процессе эксплуатации техногенную

нагрузку на территории, по которым проложены. Поэтому при эксплуатации МТ особое внимание уделяется обследованиям, направленным на локализацию территорий с возможным негативным воздействием трубопровода на природную среду, определение их пространственного положения, наличия и динамики развития опасных природных процессов.

Данные обследований необходимы для рационального использования земель в процессе эксплуатации объектов МТ и их инфраструктуры, формирования границ отводов земель, зон с особыми условиями использования территорий. При этом для исключения повреждения трубопроводов и его подземных коммуникаций при проведении сельскохозяйственных работ на возделываемых (пахотных) землях отсутствуют необходимые сведения о глубине их залегания.

Таблица 1

Требования нормативной документации к мониторингу земель

Вид мониторинга/обследования	Нормативная база	Параметры мониторинга/обследования	Требования к периодичности	Требования к точности
1	2	3	4	5
Мониторинг использования земель	Земельный кодекс РФ от 25.10.2001 № 136-ФЗ, ст. 67. Приказ Росреестра от 22.07.2021 № П/0315 (кроме сельско-хозяйственных земель). Приказ Росреестра от 23.10.2020 № П/0393.	Площадь земель: – по категории и виду разрешенного использования; – использование не по целевому назначению; – невыполнение или несвоевременное приведение в состояние, пригодное для использования; – неиспользованию; – нарушению земельного законодательства; – формам собственности	Базовые – однократно.  Периодические – не чаще 1 раза/3 года  Оперативные – ежегодно (в период вегетации культур для сельско-хозяйственных земель)	Средняя квадратическая погрешность определения координат точек для земель: – с/х индивид.: 0,2 м; – с/х прочие: 2,5 м; – промышленности: 0,5 м; – лесного фонда, запаса, водного: 5 м; – прочие: 2,5 м.
Мониторинг состояния земель, включая мониторинг плодородия почв земель и учет показателей состояния плодородия почв для сельско-хозяйственных земель	Для сельско-хозяйственных земель: – приказ Минсельхоза РФ от 24.12.2015 № 664; – приказ Минсельхоза РФ от 04.05.2010 № 150	Площадь земель, подверженных процессам (слабая, средняя, сильная степень развития): – эрозии; – опустыниванию; – подтопленным; – затопленным; – заболоченных; – переувлажненных; – нарушенных; – подверженных иным негативным процессам. Дополнительно для сельско-хозяйственных земель: – количественное изменение площадей земель и земельных участков; – виды сельскохозяйственных угодий; – плодородие почв		Средняя квадратическая погрешность определения высот на характерных точках рельефа, не более 1/3 принятой высоты сечения рельефа

**Требования к проведению мониторинга магистральных трубопроводов**

Требования к мониторингу МТ определяются особенностями условий их эксплуатации, а также требованиями нормативной документации, в том числе приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11.12.2020 № 517 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов», приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 02.08.2018 № 330 «Об утверждении Руководства по безопасности «Техническое диагностирование трубопроводов линейной части и технологических трубопроводов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов», СП 11-104-97, СП 47.13330.2016, СП 36.13330.2012, СП 126.13330.2017, СП 22.13330.2016, СП 25.13330.2020 (табл. 2).

Нормативные требования обязывают эксплуатирующие организации к проведению следующих мероприятий:

- авиатрулирование трасс трубопроводов (от 2 раз/неделю);
- контроль пространственного положения трубопровода и глубины его залегания (ежегодно для пахотных земель, не менее 1 раз/5 лет для прочих);
- выполнение внутритрубной диагностики трубопровода (не менее 1 раза/6 лет);
- наблюдение за движениями земной поверхности и опасными природными процессами (в соответствии с программами наблюдений);
- осуществление геотехнического мониторинга (не менее 2 раза в год для участков на многолетних мерзлых грунтах и не менее 1 раза в год для прочих участков в сложных природно-климатических условиях).

Для эксплуатации линейной части МТ должны быть установлены охранные зоны и зоны минимальных расстояний, которые относятся к зонам с особыми условиями использования территорий, подлежащих мониторингу в соответствии с Приказом Ростехнадзора от 11.12.2020 № 517.

Таблица 2

Нормативные требования к мониторингу магистральных трубопроводов

Вид мониторинга/обследования	Нормативная база	Параметры мониторинга/обследования	Требования к периодичности	Требования к точности
1	2	3	4	5
Авиатрулирование трасс трубопроводов	Приказ Ростехнадзора РФ от 11.12.2020 № 517. Приказ Ростехнадзора РФ от 02.08.2018 № 330  ГОСТ Р 22.1.06 ГОСТ 34968 ГОСТ 24846  СП 11-104-97 СП 47.13330.2016 СП 36.13330.2012 СП 126.13330.2017 СП 22.13330.2016 СП 25.13330.2020	Нарушения охранных зон; зоны минимально допустимых расстояний; выходы нефти и нефтепродуктов; конструктивные нарушения	Базовые – однократно. Периодические – не реже 2 раз/неделю	Не нормируются

Окончание табл. 2

Вид мониторинга/ обследования	Нормативная база	Параметры мониторинга/ обследования	Требования к периодичности	Требования к точности
1	2	3	4	5
Контроль пространственного положения трубопровода и глубины заложения		Пространственное положение МТ; глубина заложения МТ	Базовые – однократно. Периодические – ежегодно для пахотных земель, не менее 1 раз/5 лет для прочих	В плановом положении средние погрешности точек ЛЧ МТ не должны превышать 0,7 мм в масштабе плана. Предельные расхождения определения глубины заложения МТ не должны превышать 15 % глубины
Внутритрубная диагностика трубопровода		Дефекты (вмятина, гофр, сужение, косой стык). Геометрические параметры трубных секций	Базовые – однократно. Периодические – не менее 1 раза/6 лет	Дистанция: $\pm 0,5$ %. Перемещение МТ: $\pm 0,1$ м. Угол поворота: $\pm 10$
Наблюдения за движениями земной поверхности и опасными природными процессами		Экзогенные геологические процессы	Базовые – однократно. Периодические – не менее 2 раз/год	СКП 20 мм (в плане) и 10 мм (по высоте)
Геотехнический мониторинг		Пространственное положение объектов МТ	Базовые – однократно Периодические – не менее 2 раз/год для участков на многолетних мерзлых грунтах и не менее 1 раз/год для прочих, эксплуатируемых в сложных природно-климатических условиях	Допустимая погрешность измерения перемещений: вертикальных: I класс – 1 мм, II класс – 2 мм, III класс – 5 мм, IV класс – 10 мм; горизонтальных: I класс – 2 мм, II класс – 5 мм, III класс – 10 мм, IV класс – 15 мм

Для обеспечения надежной и безопасной эксплуатации объектов трубопроводного транспорта разрабатывается система геотехнического мониторинга, включающая:

- систему наблюдений и обследований наземными методами;
- систему наблюдений и обследований методами дистанционного зондирования Земли (цифровая аэрофотосъемка, воздушное лазерное сканирование);
- внутритрубную диагностику с применением внутритрубных инспекционных приборов.

Наблюдения и обследования разделяются:

- на базовые для получения данных о состоянии объекта на момент начала его эксплуатации;

- периодические для получения данных о текущем состоянии и моделирования прогнозных состояний;

- оперативные для получения данных о состоянии объектов на текущий момент.

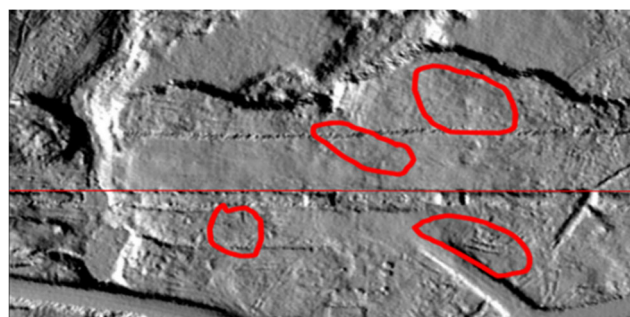
Анализ материалов российских и зарубежных экспериментальных исследований по изучению закономерностей взаимодействия МТ с природной средой говорит о том, что в криолитозоне техническое состояние МТ определяются в первую очередь их тепловым и механическим взаимодействием с многолетними мерз-

лыми грунтами [2–6]. В процессе эксплуатации трубопровода может происходить растепление многолетнемерзлых грунтов, что приводит к ненормативным нагрузкам и деформациям с последующим его оседанием. Все это вызывает риск разгерметизации трубопровода и может являться причиной утечки нефти или нефтепродуктов, что оказывает негативное влияние на окружающую среду.

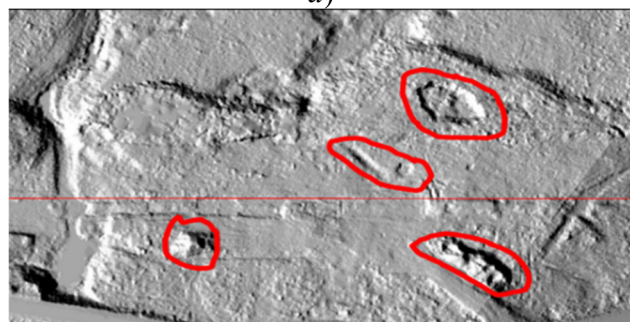
Проявление криогенных процессов носит приповерхностный характер, поэтому для их изучения эффективно применение методов цифровой аэрофотосъемки и воздушного лазерного сканирования [7–9].

Многолетние периодические наблюдения на МТ Восточной Сибири, выполненные автором за десятилетний период 2015–2025 гг., говорят о том, что по повторным измерениям средствами воздушного лазерного сканирования может осуществляться контроль динамики протекающих опасных процессов [10–14], для чего, в частности, используют цифровую модель рельефа, построенную на каждом цикле наблюдений.

На рис. 1 приведен фрагмент цифровой модели рельефа участка МТ, а также выявленные изменения в коридоре трассы трубопровода.



а)



б)

Рис. 1. Фрагмент цифровой модели рельефа участка трассы магистрального трубопровода, построенной по результатам воздушного лазерного сканирования: а) в 2016 г; б) в 2017 г.

Получение полного объема данных в рамках мониторинга МТ обеспечивается комплексом средств: цифровой аэрофотосъемкой, воздушным лазерным сканированием, контрольными геодезическими измерениями, а также внутритрубной диагностикой. Применение геоинформационных методов формирования единого информационного пространства и преобразования данных из линейной системы координат внутритрубных инспекционных приборов в геодезическую систему координат МТ обеспечивает получение полной информации о трубопроводе в пространстве по всей его протяженности [15, 16].

### Результаты

Детальные и точные пространственные данные, периодически получаемые при обязательных обследованиях МТ в процессе его эксплуатации, целесообразно использовать при осуществлении государственного мониторинга земель в рамках создания единой системы мониторинга.

Принимая во внимание требования нормативных документов, возникает необходимость реализации комплексного подхода, обеспечивающего получение сведений о пространственном положении и техническом состоянии МТ, границах зон его влияния на земли в рамках единой системы наблюдений с обеспечением непрерывности их получения.

Для реализации комплексного подхода необходимо разработать методику комплексного мониторинга земель, занятых МТ, предусматривающую организационные и технические решения предоставления результатов мониторинга трубопровода эксплуатирующей организацией для осуществления государственного мониторинга земель посредством информационного взаимодействия (рис. 2).

В качестве информационной системы хранения и публикации данных мониторинга МТ может выступать Федеральная государственная информационная система «Единая цифровая платформа «Национальная система пространственных данных», которая является системой для комплексного развития территорий и содержит необходимые инструменты и сервисы для публикации и анализа пространственных данных. Система содержит сводную информацию о земельных участках и разрабатывалась с целью повышения эффективности использования земель и объектов недвижимости.

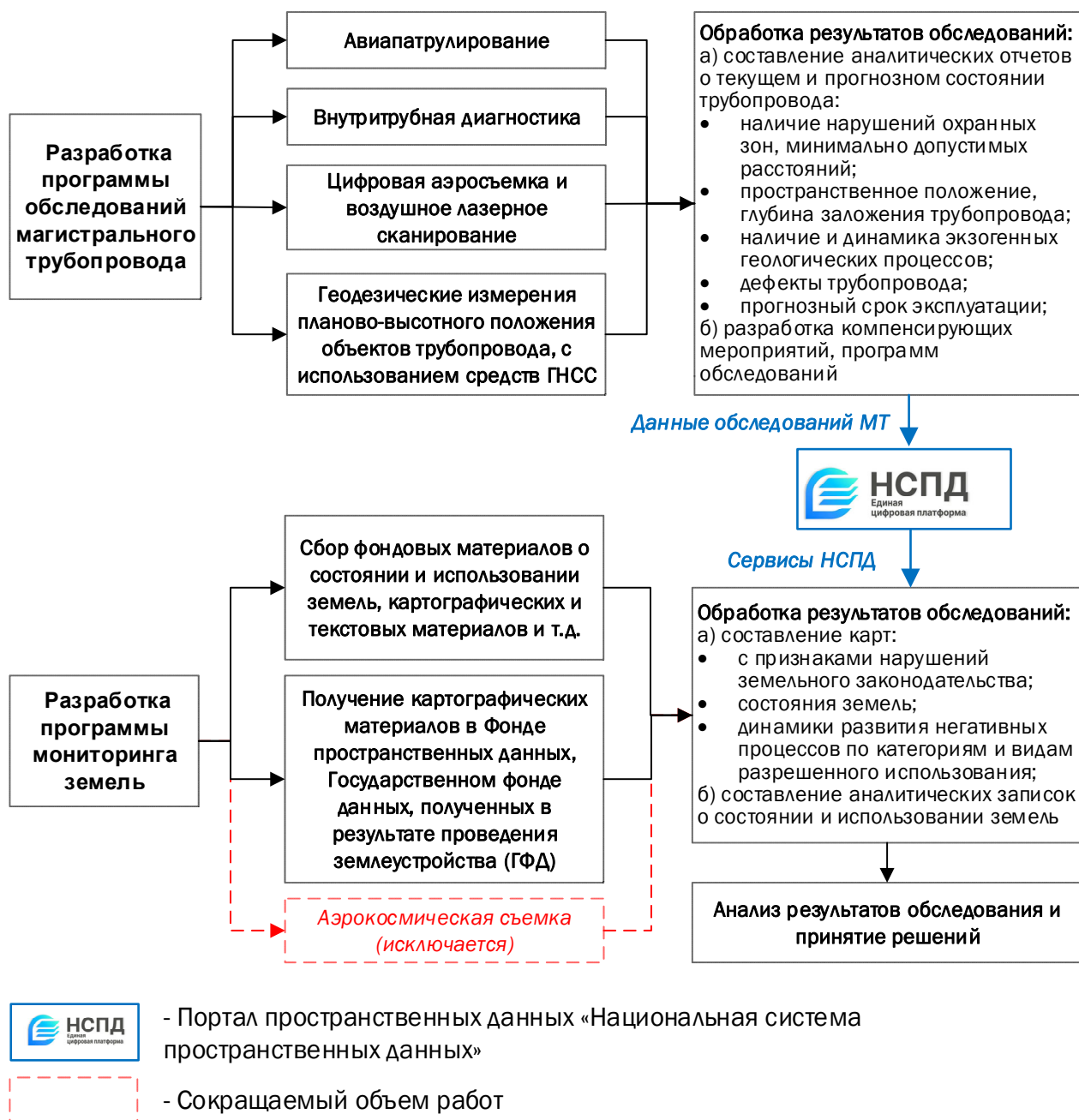


Рис. 2. Методика комплексного мониторинга земель, занятых магистральными трубопроводами

### Заключение

В рамках исследований разработана концепция методики комплексного мониторинга земель, занятых МТ, которая обеспечит использование данных мониторинга трубопровода при осуществлении государственного мониторинга земель, при этом также обеспечивается оптимизация работ, связанных с получением данных дистанционного зондирования Земли и их обра-

боткой, повышается точность оценки и прогнозирования состояния и использования земель за счет детальных и актуальных сведений.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на проработку организационных и технических решений для публикации и использования данных мониторинга трубопровода в Федеральной государственной информационной системе «Единая цифровая платформа «Национальная система пространственных данных»

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Морозова Н. В., Яковлева И. Н. Государственный мониторинг земель и его значимость в современном мире. Молодой ученый. 2019. № 8 (246). С. 128–130.
2. Scott L. Huang; Matthew T. Bray. Satoshi Akagawa and Masami Fukuda Field Investigation of Soil Heave by a Large Diameter Chilled Gas Pipeline Experiment, Fairbanks, Alaska Journal of Cold Regions Engineering. 2004. V.18, No. 1.
3. Thomas L., White T.L. Pipeline in Permafrost and Freezing Ground. Engineering Resource Library. 2006. V.14. 1400 p.
4. Dallimore S.R., Crawford H. Experimental observations differential heaving and thaw settlement around a chilled pipeline in pipelines and frost heave. Proceedings of a seminar held at Centre de Geomorphologie. – Caen. France, 1985. – Pp. 5–17.
5. Макарычева Е. М. Региональный анализ распространения термокарстовых явлений в окрестности магистральной нефтепроводной системы. Дис. канд. геол.-мин. наук. Макарычева Елизавета Михайловна. М., 2018, 256 с.
6. Макарычева Е. М., Мерзляков В. П., Миронов О. К., Бесперстова Н. А. Анализ распространения термокарстовых явлений вдоль протяженного линейного сооружения с помощью вероятностно-статистического метода. Докл. расширенного заседания Науч. совета по криологии Земли РАН «Актуальные проблемы геофизиологии». Т. 2. М. : Унив. книга. 2018. С. 69–76.
7. Ананенков А. Г., Хренов Н. Н. Анализ и сопоставление с натурными данными зарубежного опыта моделирования взаимодействия трубопроводов с вечномёрзлыми грунтами. Наука и техника в газовой промышленности. 2003. № 3. С. 29–33.
8. Хренов Н. Н. Проблемы обеспечения надежности газопроводов в криолитозоне Западной Сибири. Криосфера Земли. 2005. Январь – март. С. 81–88.
9. Хренов Н. Н. Проблема обеспечения надежной эксплуатации «холодных» трубопроводов в многолетнемерзлых грунтах. Газовая промышленность. 2003. № 5. С. 50 – 51.
10. Кузнецов Т. И., Долгополов Д. В., Барышев А. И. Мониторинг трасс магистральных трубопроводов с использованием средств воздушного лазерного сканирования и дифференциальной подсистемы ГНСС. Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XX Международный научный конгресс, 21–22 мая 2025 г., Но-восибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 4: Международная научная конференция «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология». – Новосибирск : СГУГиТ, 2025. С. 189–196.
11. Долгополов Д. В., Кузнецов Т. И., Федотов А. Л. Применение данных дистанционного зондирования Земли для информационного обеспечения геотехнического мониторинга магистральных трубопроводов. Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XX Международный научный конгресс, 21–22 мая 2025 г., Но-восибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 4: Международная научная конференция «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология». – Новосибирск : СГУГиТ, 2025. С. 182–188. DOI 10.33764/2618–981X–2025–4–182–188. – EDN KTWMMV.
12. Макарычева Е. М., Кузнецов Т. И., Барышев А. И. Геотехнический мониторинг на объектах магистральных нефтепроводов в криолитозоне. Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России. Сборник трудов XV Всероссийской научно–технической конференции. Москва, 2022. С. 563–573.
13. Makarycheva E. M., Surikov V. I., Kuznetsov T. I., Dolgoplov D. V. Geotechnical monitoring of pipelines located in difficult climatic conditions. 13 Pipeline Technology Conference. 2018. С. 14–20.
14. Makarycheva E. M., Vitaly (Ivanovich) S., Kuznetsov T. I. Methods of main oil pipeline geotechnical monitoring in permafrost zone. 5th European Conference On Permafrost. 2018. С. 178–179.
15. Аврунев Е. И., Карпик А. П., Мелкий В. А. Принципы формирования единого геопространства территорий. Проблемы геологии и освоения недр : Труды XXIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-

летию со дня рождения академика К. И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К. В. Радугина: в 2х томах, Томск, 08–12 апреля 2019 г. Том 1. – Томск : Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2019. – С. 428–429. – EDN LMJNGW.

16. Долгополов Д. В., Мелкий В. А., Аврунев Е. И. Методы обработки данных, полученных в линейных координатах, для геоинформационного обеспечения аэрокосмического мониторинга трубопроводных систем. Вестник СГУГиТ. 2024. Т. 29, № 6. С. 62–69. DOI 10.33764/2411–1759–2024–29–6–62–69. – EDN HGFQGG.

## REFERENCES

1. Morozova N. V., Jakovleva I. N. (2019). State monitoring of lands and its significance in the modern world *Molodoj uchenyj [Young Scientist]*. 8(246): 128–130. Retrieved from <https://moluch.ru/archive/246/56654/> (data obrashhenija: 06.04.2024) [in Russian].

2. Scott L. Huang; Matthew T. Bray. Satoshi Akagawa and Masami Fukuda (2004). Field investigation of soil heave by a large diameter chilled gas pipeline experiment, Fairbanks, Alaska. *Journal of cold regions engineering*, Vol.18, No 1.

3. Thomas L., White T.L. (2006). Pipeline in permafrost and freezing ground. *Engineering resource library*. V.14. 1400 p.

4. Dallimore S.R., Crawford H. (1985). Experimental observations differential heaving and thaw settlement around a chilled pipeline in pipelines and frost heave. *Proceedings of a seminar held at Centre de Geomorphologie* (pp. 5–17). Caen. France.

5. Makarycheva E. M. *Regionalnyi analiz rasprostraneniya termokarstovykh yavlenij v okrestnosti magistralnoi nefteprovodnoi sistemy [Analysis of thermokarst phenomena distribution near the main oil pipeline system]*: PhD in geology. Moscow, 2018, 256 p. [in Russian].

6. Makarycheva E. M., Merzlyakov V. P., Mironov O. K., Besperstova N. A. Analysis of the spread of thermokarst phenomena along an extended linear structure using a probabilistic–statistical method. *In: Proc. reports of the extended meeting of the Scientific Council on Earth Cryology of the Russian Academy of Sciences “Actual problems of geocryology”*. Moscow, Univ. kniga, 2018, vol. 2, p. 69–76 [in Russian].

7. Ananenko A. G., Hrenov N. N. (2003). Analiz i sopostavlenie s naturnymi dannymi zarubezhnogo opyta modelirovaniya vzaimodejstviya truboprovodov s vechnomerzlymi gruntami. *Nauka i tehnika v gazovoj promyshlennosti. [Science and technology in the gas industry]*, No 3, 29–33 [in Russian].

8. Hrenov N. N. (2005). Problemy obespechenija nadezhnosti gazoprovodov v kriolitozone Zapadnoj Sibiri. *Kriosfera Zemli [Earth's cryosphere]*, 1, 81–88 [in Russian].

9. Hrenov N. N. (2003). Problema obespechenija nadezhnoj jekspluatacii «holodnyh» truboprovodov v mnogoletnemerzlyh gruntah. *Gazovaja promyshlennost' [Gas industry]*, No 5, 50–51 [in Russian].

10. Kuznecov, T. I., Dolgoplov D. V., Baryshev A. I. (2025). Monitoring trass magistral'nyh truboprovodov s ispol'zovaniem sredstv vozdušnogo lazernogo skanirovaniya i differencial'noj podsistemy GNSS. *Interexpo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Siberia]* Novosibirsk: SSUGT Publ. [in Russian].

11. Dolgoplov D. V., Kuznecov, T. I., Fedotov A. L. (2025). Primenenie dannyh distancionnogo zondirovaniya Zemli dlja informacionnogo obespechenija geotekhnicheskogo monitoringa magistral'nyh truboprovodov. *Interexpo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Siberia]* Novosibirsk: SSUGT Publ. [in Russian].

12. Makarycheva E. M., Kuznecov T. I., Baryshev A. I. (2022). Geotekhnicheskij monitoring na ob#ektah magistral'nyh nefteprovodov v kriolitozone. *In Sbornik trudov XV Vserossijskoj nauchno–tehnicheskoy konferencii: Aktual'nye problemy razvitija neftegazovogo kompleksa Rossii. [Proceedings of XV All–Russian Scientific and Technical Conference: Current Issues in the Development of the Oil and Gas Complex of Russia]* (pp. 563–573). Moskva [in Russian].

13. Makarycheva E. M., Surikov V. I., Kuznetsov T. I., Dolgoplov D. V. (2018). Geotechnical monitoring of pipelines located in difficult climatic conditions. *Proceedings of 13 Pipeline Technology Conference*, 14–20.

14. Makarycheva E. M., Surikov V. I., Kuznetsov T. I. (2018). Methods of main oil pipeline geotechnical monitoring in permafrost zone. *Proceedings of 5th European Conference On Permafrost*, 178–179.

15. Avrunev, E. I., Karpik A. P., Melkij V. A. (2019) Principy formirovaniya edinogo geoprostranstva territorij. In *Trudy XXIII Mezhdunarodnogo simpoziuma: T. 1. Problemy geologii i osvoeniya neдр. [Proceedings of XXIII International Symposium: Vol. 1. Problems of Geology and Subsoil Development]* (pp. 428–429). Tomsk: Nacional'nyj issledovatel'skij Tomskij politehnicheskij universitet [in Russian].

16. Dolgoplov, D. V., Melkij V. A., Avrunev E. I. (2024). Metody obrabotki dannyh, poluchennyh v linejnyh koordinatah, dlja geoinformacionnogo obespechenija ajerokosmicheskogo monitoringa truboprovodnyh sistem. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, Vol. 29, No 6, 62–69 [in Russian].

### Об авторах

*Тарас Иванович Кузнецов* – заместитель директора центра мониторинга и геоинформационных систем объектов трубопроводного транспорта.

### Author details

*Taras I. Kuznetsov* – Deputy Director of the Centre for Monitoring and Geoinformation Systems of the Pipeline Transport Facilities, Transneft R&D, LLC.

Получено / Received 08.10.2025

Поступила после рецензирования / Revised 28.11.2025

Принята к публикации / Accepted 04.12.2025