XXIV.B.469

http://conf.rse.geosmis.ru/thesisshow.aspx?page=384&thesis=11798

Место дистанционного зондирования Земли в нормативном регулировании выбросов метана и климатических рисков в Российской Федерации

Никитин О.В., Кузьмин Р.С.
ООО «Экоаудит», г. Москва

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, метан, парниковые газы, нормативное регулирование, климатические проекты, мониторинг сохранности, неорганизованные выбросы, инвентаризация выбросов, физические климатические риски, климатические сценарии, неопределенность, ГОСТ Р 72555-2026, 296-ФЗ, Банк России

Секция: Технологии и методы использования спутниковых данных в системах мониторинга.

Проведён анализ места данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в действующем российском нормативном регулировании выбросов метана и оценки климатических рисков. Спутниковые наблюдения стали самостоятельным инструментом количественной оценки выбросов метана от глобального масштаба до точечных источников и независимой проверки национальных кадастров: используются как приборы регионального и глобального картирования (GOSAT, TROPOMI на Sentinel-5P), так и аппараты с высоким пространственным разрешением для точечных источников (GHGSat, PRISMA, EnMAP) и многоспектральные снимки Sentinel-2 и Landsat (Jacob et al., 2022; Liu et al., 2026). Работа продолжает исследования авторов по мониторингу метана в Приволжском федеральном округе: оценку содержания метана над Республикой Татарстан по данным Sentinel-5P/TROPOMI с учётом антропогенных и климатических факторов, включая выявление аномалии при аварийном ремонте магистрального газопровода (Никитин и др., 2026а; Nikitin et al., 2024a), над акваторией Куйбышевского водохранилища и территорией пяти регионов его расположения с учётом структуры землепользования (Nikitin et al., 2024b), а также наземные измерения потоков метана на Куйбышевском водохранилище методами турбулентных пульсаций и плавучих камер (Никитин и др., 2026б; Nikitin et al., 2025). Ранее спутниковые данные рассматривались авторами как независимый инструмент проверки расчётных оценок выбросов (подход «сверху вниз»), что потребовало уточнить, в каких нормативных контурах такие оценки могут быть использованы.

С использованием справочно-правовых систем КонсультантПлюс и ГАРАНТ проанализировано около 75 документов в редакциях на 11.10.2026: законы и подзаконные нормативные правовые акты, документы стратегического планирования, национальные стандарты и рекомендации Банка России. Для каждой нормы установлено, упоминаются ли методы ДЗЗ прямо, допускаются ли косвенно или не предусмотрены. В рассмотренных правовых работах по климатическому регулированию (Кичигин, Хлуденева, 2022; Матвеева и др., 2022) роль ДЗЗ не обсуждается, что и определило практическую направленность анализа.

На уровне документов стратегического планирования, определяющих рамку экологического и климатического регулирования (Шпаковский, Жаворонкова, 2024), ДЗЗ назван прямо: Климатическая доктрина Российской Федерации (указ Президента РФ от 26.10.2023 № 812, п. 59) предусматривает обеспечение государства наблюдаемыми и расчётными данными, полученными в том числе путём ДЗЗ, для объективной оценки антропогенных и природных выбросов парниковых газов, а мониторинг и прогнозирование состояния окружающей среды и изменения климата отнесены к критическим технологиям (указ Президента РФ от 18.06.2024 № 529). Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р) включает в меры целевого сценария снижение фугитивных выбросов, возникающих при технологических процессах и транспортировке ископаемого топлива.

Установлено, что обязательная отчётность о выбросах парниковых газов, введённая федеральным законом от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов» (Кичигин, Хлуденева, 2022), основана на расчётных методах: методические указания (приказ Минприроды России от 27.05.2022 № 371) не включают утечки из оборудования и аварийные выбросы, а данные дистанционного мониторинга прямо упоминаются только при оценке поглощений. Вместе с тем метан включён в перечень загрязняющих веществ (распоряжение Правительства РФ от 20.10.2023 № 2909-р), утечки относятся к неорганизованным источникам, подлежащим инвентаризации (приказ Минприроды России от 19.11.2021

№ 871), а выбросы сверх установленных объёмов оплачиваются с повышающими коэффициентами. Таким образом, спутниковое обнаружение крупных шлейфов метана может служить основанием для проверки и корректировки инвентаризации, но не заменяет производственный экологический контроль.

Регулирование выбросов парниковых газов выделено в отдельный закон и пока не встроено в сложившуюся систему нормирования выбросов загрязняющих веществ, основанную на федеральных законах от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» и от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»: разрешений и нормативов для метана как парникового газа нет, тогда как в качестве загрязняющего вещества он учитывается при инвентаризации выбросов, нормировании и расчётах рассеивания, а для атмосферного воздуха установлен ориентировочный безопасный уровень воздействия (СанПиН 1.2.3685-21). В этой сфере данные ДЗЗ востребованы прежде всего там, где наземные сети наблюдений дороги или разрежены: для оценки пространственной репрезентативности постов, по данным которых определяются фоновые концентрации загрязняющих веществ и выполняются сводные расчёты загрязнения атмосферного воздуха городов, а также для оперативного контроля в дополнение к системам автоматического контроля выбросов, предусмотренным для объектов I категории (ст. 67 федерального закона № 7-ФЗ). При этом спутниковые продукты характеризуют содержание газа в столбе атмосферы, а не приземные концентрации, поэтому сопоставление с гигиеническими нормативами требует наземных измерений.

Вне климатического регулирования ДЗЗ закреплён в лесном законодательстве (мониторинг пожарной опасности, лесопатологический мониторинг, государственная инвентаризация лесов), а закон РФ от 20.08.1993 № 5663-1 «О космической деятельности» (ст. 31) допускает использование данных государственных космических аппаратов при наблюдении за соблюдением обязательных требований (мониторинге безопасности), осуществляемом в соответствии с федеральным законом от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации». Данные с зарубежных космических аппаратов и российских аппаратов гражданского назначения не относятся к государственной тайне и используются публично (постановление Правительства РФ от 17.12.2014 № 1390).

Наиболее определённо роль ДЗЗ в климатической сфере закреплена для климатических проектов: постановление Правительства РФ от 01.09.2026 № 1121 (вступает в силу 01.03.2027) требует многолетнего мониторинга сохранности их результатов, а ГОСТ Р 72555-2026 прямо называет спутниковую и авиационную съёмку методом такого мониторинга и предусматривает оценку природных рисков с учётом климатических сценариев. Паспорт Единой национальной системы мониторинга климатически активных веществ (распоряжение Правительства РФ от 29.10.2022 № 3240-р) ставит задачу развития дистанционных методов, в том числе для верификации расчётных данных национального кадастра. Банк России (информационное письмо от 04.12.2023 № ИН-018-35/60) рекомендует финансовым организациям сценарный анализ физических климатических рисков и упоминает модель ИВМ РАН INM-CM5.

Показано, что использование спутниковых оценок в этих сферах регулирования требует прослеживаемости данных и количественной оценки неопределённости (ГОСТ Р ИСО 14064, ГОСТ 34100.3), а для климатических проектов ГОСТ Р 72555-2026 ограничивает её 15 % при доверительной вероятности 0,95. Концепция развития сети карбоновых полигонов на 2026–2030 гг. рассматривает их наземные данные как основу калибровки, верификации и оценки неопределённости результатов ДЗЗ (Гулев и др., 2026). Метрики качества моделей машинного обучения, например средняя абсолютная процентная ошибка, этого требования не заменяют. Для перехода к нормативно значимым интервалам может быть использован разработанный авторами протокол распространения неопределённости методом Монте-Карло на основе бутстрап-оценок (Никитин и др., 2026в), построенный в логике ГОСТ 34100.3.1 для нелинейных моделей, при условии учёта всех составляющих неопределённости.

В обсуждаемых предложениях к новой стратегии экологической безопасности в числе угроз называются отсутствие государственной системы экологического мониторинга и недостаточное применение цифровых технологий и искусственного интеллекта (Соловьянов, 2025). В целом ДЗЗ в российском регулировании выбросов метана и климатических рисков пока выполняет вспомогательную функцию независимой проверки расчётных данных и раннего выявления неучтённых источников, а основной нормативный спрос на него формируется в мониторинге климатических проектов. Дополнительный спрос может возникнуть при актуализации региональных планов адаптации к изменению климата, которые субъектам РФ рекомендовано утвердить до 15.01.2028 (распоряжение Правительства РФ от 20.06.2026 № 1538-р) и в которых концепция развития сети карбоновых полигонов предусматривает использование их наземных данных. В перспективе не менее значимо добровольное

применение ДЗЗ природопользователями: дистанционные наблюдения предусмотрены в составе производственного экологического мониторинга (ГОСТ Р 56059-2014), а регулярный спутниковый скрининг объектов позволяет сократить время выявления аварийных и неучтённых выбросов, снизить риски платы за сверхнормативное воздействие, штрафов и потерь товарного газа, а также подкрепить фактическими данными публичную отчётность об устойчивом развитии (приказ Минэкономразвития России от 01.11.2023 № 764).

Литература

1. Гулев С.К., Дурманов Н.Д., Ольчев А.В., Криницкий М.В., Терещенков В.П. Концепция развития сети карбоновых полигонов Российской Федерации на 2026–2030 годы. М.: Минобрнауки России; ИО РАН, 2026. 63 с. URL: https://carbon-polygons.ru/assets/CarPol2026-concept.pdf.
2. Кичигин Н.В., Хлуденева Н.И. Правовые механизмы углеродного регулирования в Российской Федерации // Экологическое право. 2022. № 3. С. 10–16. DOI: 10.18572/1812-3775-2022-3-10-16.
3. Матвеева Е.В., Новикова Е.В., Пономарев М.В. Изменение климата: правовое регулирование в Российской Федерации // Экологическое право. 2022. № 3. С. 22–28. DOI: 10.18572/1812-3775-2022-3-22-28.
4. Никитин О.В., Степанова Н.Ю., Кузьмин Р.С., Латыпова В.З. (2026а) Содержание метана в атмосфере Республики Татарстан по данным спутникового мониторинга: глобальные тренды и региональные особенности // Российский журнал прикладной экологии. 2026. № 1. С. 21–35. DOI: 10.24852/2411-7374.2026.1.21.35.
5. Никитин О.В., Степанова Н.Ю., Новикова Л.В. и др. (2026б) Эмиссия метана в мелководной зоне Куйбышевского водохранилища: исследование методом плавучих камер // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2026. № 1. С. 76–93. DOI: 10.35567/1999-4508-2026-1-76-93.
6. Никитин О.В., Степанова Н.Ю., Кузьмин Р.С., Латыпова В.З. (2026в) Модель оценки хлорофилла *a* для крупного равнинного водохранилища по данным Sentinel-2: калибровка и оценка неопределённости // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2026 (в печати).
7. Соловьянов А.А. О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации // Промышленные процессы и технологии. 2025. Т. 5. № 3(17). С. 23–46. DOI: 10.37816/2713-0789-2025-5-3(17)-23-46.
8. Шпаковский Ю.Г., Жаворонкова Н.Г. Экологическая безопасность устойчивого развития: стратегия и механизмы реализации // Актуальные проблемы российского права. 2024. Т. 19. № 7. С. 174–187. DOI: 10.17803/1994-1471.2024.164.7.174-187.
9. Jacob D.J., Varon D.J., Cusworth D.H. et al. Quantifying methane emissions from the global scale down to point sources using satellite observations of atmospheric methane // Atmospheric Chemistry and Physics. 2022. V. 22. No. 14. P. 9617–9646. DOI: 10.5194/acp-22-9617-2022.
10. Liu R., Li S., Zhang G. et al. Recent advances in TROPOMI-based methane source detection: a systematic review // GIScience & Remote Sensing. 2026. V. 63. No. 1. Article 2650822. DOI: 10.1080/15481603.2026.2650822.
11. Nikitin O., Stepanova N., Kuzmin R. et al. (2024a) Estimation of atmospheric methane levels over the Republic of Tatarstan (Russia) territory in 2019–2023 using satellite remote sensing data: effects of anthropogenic and climate drivers // E3S Web of Conferences. 2024. V. 498. Article 02008. DOI: 10.1051/e3sconf/202449802008.
12. Nikitin O., Stepanova N., Gubeeva S. et al. (2024b) Assessment of methane levels throughout a temperate reservoir area using remote sensing data // E3S Web of Conferences. 2024. V. 555. Article 01009. DOI: 10.1051/e3sconf/202455501009.
13. Nikitin O.V., Stepanova N.Yu., Aukhadeev T.R., Latypova V.Z. Greenhouse gas fluxes (CH_4, CO_2) from the Kuibyshev Reservoir: an eddy covariance study // Limnology and Freshwater Biology. 2025. No. 4. P. 995–1012. DOI: 10.31951/2658-3518-2025-A-4-995.