

## Официальная информация о выбросах диоксида серы в атмосферный воздух и ее оценка с помощью дистанционного зондирования

П. О. Сёмин

Пермский государственный национальный исследовательский университет,  
Российская Федерация, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15

**Для цитирования:** Сёмин, Павел О. 2022. «Официальная информация о выбросах диоксида серы в атмосферный воздух и ее оценка с помощью дистанционного зондирования». *Вестник Санкт-Петербургского университета. Право* 4: 1111–1133.  
<https://doi.org/10.21638/spbu14.2022.417>

Право на достоверную информацию о состоянии окружающей среды — одно из основных прав человека и гражданина. В статье оценивается открытость, доступность и достоверность официальной информации о выбросах диоксида серы от 31 крупнейшего точечного антропогенного источника в России. Для оценки проведено сравнение объемов выбросов по данным официальной отчетности и дистанционного зондирования Земли. Набор отчетных данных сформирован на основе сведений, размещенных на сайтах Федеральной службы государственной статистики и Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, а также содержащихся в государственных докладах о состоянии и об охране окружающей среды или в публичной нефинансовой отчетности крупных компаний. Набор дистанционных данных загружен с сайта проекта NASA Global Sulfur Dioxide Monitoring. Сравнение осуществлялось с помощью методов статистического анализа. Установлено, что по открытости и доступности дистанционные данные могут считаться эталоном. Отчетные данные являются неполными, и для их сбора требуются существенные усилия. При объеме выбросов до 50 тыс. тонн в год расхождения между отчетными и дистанционными данными могут быть объяснены исключительно погрешностью спутниковых измерений. При большем объеме выбросов по дистанционным данным обычно выше, чем по отчетным, что может свидетельствовать о несовершенстве систем контроля выбросов от стационарных источников, наличии множества неучтенных источников выбросов или сознательном искажении экологической информации. Каталоги выбросов по спутниковым данным могут стать альтернативой и дополнением официальной отчетности, а также использоваться для контрольно-надзорной деятельности и привлечения к юридической ответственности. Актуальными вопросами являются распространение официальной экологической информации в форме открытых данных, развитие механизмов публичной нефинансовой отчетности крупных компаний, изучение связи между информационной открытостью и достоверностью информации, а также особенностей формирования официальной отчетности о воздействии на окружающую среду.

*Ключевые слова:* официальная экологическая информация, право на информацию, открытость информации, доступность информации, достоверность информации, дистанционное зондирование Земли, загрязнение атмосферного воздуха, диоксид серы, космический мониторинг.

## 1. Введение

Право на достоверную информацию о состоянии окружающей среды — одно из основных прав человека и гражданина. Оно закреплено в ст. 42 Конституции Российской Федерации, конкретизируется в ст. 4.3 и 11 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»<sup>1</sup> (далее — Закон об охране окружающей среды) и регламентируется в других нормативно-правовых актах. На международном уровне большое значение в признании и регулировании этого права имеет, в частности, Конвенция о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды 1998 г.<sup>2</sup> (далее — Орхусская конвенция; Россия в ней не участвует). Право на достоверную информацию о состоянии окружающей среды связано со свободой искать, получать, передавать, производить и распространять информацию любым законным способом (ч. 4 ст. 29 Конституции РФ), с правом на доступ к информации о деятельности органов власти. Информационная открытость государства в сфере экологии способствует осознанному участию граждан и их объединений в решении вопросов, касающихся окружающей среды (Мисник 2007, 84), экологическому образованию и просвещению, развитию экологической культуры и, соответственно, исполнению обязанности по сохранению природы и окружающей среды, бережному отношению к природным богатствам.

Экологическая информация должна быть открытой, доступной и достоверной. Открытость означает, что каждый может получить любую информацию, кроме конфиденциальной, в любое время непосредственно или по запросу, доступность можно определить как степень легкости получения информации (Дамм и др. 2018, 87–88), а достоверность — как соответствие информации реальному положению вещей. Открытость, доступность и достоверность информации являются юридическими требованиями — ст. 4 Федерального закона от 09.02.2009 № 8-ФЗ «Об обеспечении доступа к информации о деятельности государственных органов и органов местного самоуправления» (далее — Закон о доступе к официальной информации) закрепляет их в качестве принципов регулирования. Вместе с тем очевидно, что в России есть проблемы как с открытостью и доступностью, так и с достоверностью экологической информации. Следовательно, возникает необходимость оценить степень открытости, доступности и достоверности.

Один из способов такой оценки — сравнение сведений из разных источников. Традиционный источник — это агрегированные данные мониторинга окружающей среды и отчетности природопользователей, также известные как *bottom-up inventories* (Vaughn et al. 2018, 11712; Streets et al. 2013, 1011). В англоязычном названии подразумевается, что движение информации идет снизу вверх: от данных по отдельным пунктам и объектам к статистике по регионам и странам. Альтернативный источник — данные дистанционного зондирования Земли, или *top-down inventories*. По мере запуска новых спутников и улучшения алгоритмов обработ-

<sup>1</sup> Здесь и далее все ссылки на российские нормативно-правовые акты и судебную практику приводятся по СПС «КонсультантПлюс». Дата обращения 5 мая, 2022. <https://www.consultant.ru>.

<sup>2</sup> Конвенция о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды (Орхусская конвенция). Дата обращения 5 мая, 2022. [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/orhus.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/orhus.shtml).

ки космических снимков эти данные стали использоваться в качестве дополнения к наземным, а иногда и заменять их. Например, выбросы от вулканов, расположенных в труднодоступных районах, можно отследить только со спутника (Streets et al. 2013, 1029). С помощью дистанционных методов ученые смогли обнаружить резкое уменьшение выбросов диоксида серы в атмосферный воздух от электростанций в Китае в 2007–2008 гг., произошедшее благодаря внедрению более экологичных технологий (Li et al. 2010, 5).

Иногда данные дистанционного зондирования используются непосредственно для оценки достоверности экологической отчетности. В частности, авторы глобального каталога выбросов диоксида серы по спутниковым данным делают вывод, что более чем двукратное различие между измеренными выбросами и отчетными показателями в Мексике объясняется в первую очередь наличием выбросов, не попавших в отчетность (Fioletov et al. 2016, 11514). Для России и Турции в той же работе отмечается расхождение в многолетних тенденциях изменения объема выбросов: по отчетным данным выбросы снижаются, в то время как по дистанционным данным в России остаются постоянными, а в Турции растут. В другой статье говорится, что в России объем выбросов диоксида серы по данным комбинированного реестра, объединяющего наземные и дистанционные данные, на 56 % выше, чем только по наземным данным (Liu et al. 2018, 16574). Исследователи из Сибирского федерального университета сравнили наземные данные о выбросах диоксида серы в Норильске со спутниковыми и обнаружили расхождение, которое составляет от 3 до 46 % (Зуев, Кашкин, Симонов 2018, 89). Таким образом, данные дистанционного зондирования Земли действительно могут использоваться для оценки достоверности экологической информации, и вопрос о такой оценке в отношении выбросов от источников на территории России является актуальным.

Использование космического мониторинга в юридических целях обсуждается в российской научной литературе. Отмечается, что данные дистанционного зондирования с 2016 г. используются для государственного земельного надзора (Сергеева 2019, 157–158). Спутниковые снимки применяются для выявления незаконных рубок лесных насаждений (Васильева, Степанюгин, Богданов 2015, 110) и тем самым пригодны для определения уровня латентной преступности в этой сфере (Бахарев, Ходырева, Богданова 2009, 45). Государственный мониторинг земель сельскохозяйственного назначения также может осуществляться из космоса (Сергеева 2019, 158). Кроме того, дистанционные данные подходят для определения состояния посевов при заключении и исполнении договоров страхования урожая сельскохозяйственных культур и разрешении споров, возникающих из таких договоров (Ускова 2017, 125–126; Ускова 2018, 48–50). Данные дистанционного зондирования применяются при производстве судебно-экологических экспертиз (Розов, Кутузова, Большова 2019, 57). Таким образом, можно поставить вопрос и об использовании результатов космического мониторинга в контексте реализации права на достоверную информацию о состоянии окружающей среды для оценки открытости, доступности и достоверности этой информации.

Основная идея настоящего исследования заключается в том, чтобы сравнить экологическую информацию из двух источников: официальной отчетности и данных дистанционного зондирования Земли. Каждый из них можно характеризовать с позиций открытости, доступности и достоверности информации. Открытость

и доступность относятся к процедуре получения информации из данного источника, а достоверность — к содержанию информации. Следовательно, сравнение позволит одновременно оценить открытость, доступность и достоверность экологической информации.

Сравнить абсолютно всю официальную экологическую информацию с абсолютно всеми доступными дистанционными данными невозможно, потому что их объем огромен, а форма представления в большинстве случаев усложняет работу — нужно переводить официальные отчеты в машиночитаемый вид и делать вычисления на основе исходных спутниковых снимков. Таким образом, нужно четко ограничить пределы исследования. В понятие экологической информации включают как минимум две группы сведений: о состоянии окружающей среды и о воздействии на нее (Мисник 2007, 87–89). Далее будет рассмотрен один конкретный вид информации о негативном воздействии на окружающую среду: информация о выбросах диоксида серы в атмосферный воздух от крупнейших точечных антропогенных источников на территории России. Точечные источники — это источники небольшой площади, и фактически речь идет о выбросах в некоторых городах-миллионерах или городах с крупными промышленными производствами. Выбор вида информации для сравнения объясняется несколькими причинами. Основная — прагматическая: для выбросов диоксида серы в атмосферный воздух есть глобальный каталог данных, полученных с помощью дистанционного зондирования и представленных в виде таблицы с указанием объема по крупнейшим источникам загрязнения в тысячах тонн за 2005–2019 гг. Кроме того, диоксид серы является вторым загрязняющим веществом по объему выбросов в атмосферный воздух на территории России в 2010–2020 гг.<sup>3</sup> Он относится к четырем загрязнителям атмосферного воздуха, оказывающим наибольшее воздействие на здоровье человека и указанным в рекомендациях Всемирной организации здравоохранения<sup>4</sup>. Диоксид серы влияет на климат и вызывает кислотные осадки, а его выбросы от антропогенных источников больше, чем от естественных (Liu et al. 2018, 16571–16572). Следовательно, показатель «объем выбросов диоксида серы» можно назвать достаточно важным и характерным. Сравнение по нему позволяет с некоторой осторожностью делать выводы об открытости, доступности и достоверности экологической информации в целом.

Таким образом, цель данного исследования — оценить открытость, доступность и достоверность официальной информации о выбросах диоксида серы от крупнейших точечных антропогенных источников, расположенных на территории России. Для достижения данной цели выполняются следующие задачи:

- получение наборов данных для анализа: подготовленных с помощью космического мониторинга и содержащихся в официальной отчетности;
- анализ данных: сравнение наборов данных с точки зрения процедуры их получения и сравнение данных, содержащихся в наборах;

---

<sup>3</sup> Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 г.». С. 28–29. Дата обращения 5 мая, 2022. [https://mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennyye\\_doklady/gosudarstvennyy\\_doklad\\_o\\_sostoyanii\\_i\\_ob\\_okhrane\\_okruzhayushchey\\_sredy\\_rossiyskoy\\_federatsii\\_v\\_2020](https://mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennyye_doklady/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii_v_2020).

<sup>4</sup> Air Quality Guidelines Global Update 2005. Дата обращения 5 мая, 2022. [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/78638/E90038.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf).

— юридическая интерпретация результатов сравнения и получение выводов о перспективах использования дистанционных данных для оценки открытости, доступности и достоверности экологической информации с учетом результатов проведенного исследования.

Настоящая работа, с одной стороны, носит конкретный характер и заключается в сравнении двух массивов данных с точки зрения процедуры их получения и точности самих данных, а с другой — может рассматриваться в более общем смысле как попытка использовать данные дистанционного зондирования Земли для достижения юридически значимых целей, в данном случае — для оценки реализации права на достоверную информацию о состоянии окружающей среды.

## 2. Основное исследование

### 2.1. Получение данных для анализа

В исследовании используются два набора данных о выбросах диоксида серы: набор дистанционных данных, основанных на результатах дистанционного зондирования Земли, и набор отчетных данных, содержащихся в официальной экологической отчетности государства и частных компаний.

Набор дистанционных данных загружен с сайта проекта Global Sulfur Dioxide Monitoring, который организован Национальным управлением по авиации и исследованию космического пространства (National Aeronautics and Space Administration, NASA). В рамках данного проекта создан каталог измерений выбросов диоксида серы от разных источников (MEaSURES SO<sub>2</sub> source emission catalogue), который представляет собой электронную таблицу и который можно загрузить на сайте NASA<sup>5</sup>. Первая версия каталога появилась в работе международной группы исследователей (Fioletov et al. 2016), в заключительном разделе которой авторы выразили надежду, что каталог будет обновлен, расширен и улучшен, а обновленная версия будет опубликована на сайте NASA. Первая версия каталога отличается от текущей. В настоящем исследовании используется текущая версия каталога, загруженная с сайта NASA.

В каталоге указаны 588 крупнейших точечных источников выбросов, расположенных по всему миру. Крупнейшие источники — это те, выбросы от которых превышают примерно 30 тыс. тонн в год. Меньшие объемы затруднительно отследить со спутника (Fioletov et al. 2016, 11505). У каждого источника выбросов есть краткое наименование, обычно представляющее собой название населенного пункта или объекта (например, Moscow — Москва, Mt. Etna — гора Этна). Источники выбросов сгруппированы по типам и странам. Выделяются четыре типа источников: электростанции (power plants), металлургические предприятия (smelters), нефтегазовые производства (oil and gas) и вулканы (volcanoes). Все они, кроме вулканов, являются антропогенными. Как правило, антропогенный источник выбросов — это крупный промышленный центр либо мегаполис. Для каждого источника в каталоге указан объем выбросов диоксида серы, рассчитанный по спутниковым снимкам за каждый год, с 2005-го по 2019-й.

<sup>5</sup> “MEaSURES SO<sub>2</sub> source emission catalogue”. NASA. 2019. Дата обращения 5 мая, 2022. <https://so2.gsfc.nasa.gov/measures.html>.

Россия в оригинальном каталоге представлена 31-м антропогенным источником. Для оптимизации настоящего исследования в каталог внесено одно изменение: источники выбросов Nickel (поселок городского типа Никель в Мурманской области) и Severonikel (г. Мончегорск в том же регионе) объединены в один источник Nickel + Severonikel путем суммирования объемов выбросов. Причина объединения состоит в том, что заводы в обоих населенных пунктах принадлежат Кольской горно-металлургической компании в составе ГК «Норильский никель» (далее — «Норникель»)<sup>6</sup> и в отчетах по устойчивому развитию «Норникеля» их выбросы указаны суммарно<sup>7</sup>. Таким образом, в модифицированной версии набора дистанционных данных содержится 30 источников выбросов.

В отличие от дистанционных данных, единый каталог официальной отчетности о выбросах от источников, расположенных на территории России, отсутствует, поэтому автор составил такой каталог самостоятельно, взяв за основу каталог дистанционных данных. Следовательно, для формирования набора отчетных данных осуществлялся поиск официальной информации о выбросах от 30 источников за 2005–2019 гг.

Официальную экологическую информацию можно подразделить на публичную, формируемую органами государственной власти и местного самоуправления, и частную, формируемую организациями-природопользователями (Мисник 2007, 90). Публичная экологическая информация характеризуется требованиями к открытости и доступности, поэтому источники публичной экологической информации являлись приоритетными при составлении каталога отчетных данных. Требований к открытости частной экологической информации нет, поэтому ее нельзя было брать за основу, однако если такая информация обнаруживалась в открытом доступе, то она тоже использовалась.

Существуют разные способы обеспечения доступа к официальной информации, главные из которых — ее предоставление по запросам и опубликование (Терещенко 2010, 48–49). Несмотря на то что юридически эти способы равноценны, с точки зрения удобства для пользователя предпочтительно опубликование информации, причем в открытом доступе на официальных сайтах органов власти. Даже Орхусская конвенция, принятая более 20 лет назад, ставит цель «постепенного увеличения объема экологической информации в электронных базах данных, являющихся легкодоступными для общественности через публичные сети связи» (ст. 5 (3)). Концепция открытости федеральных органов исполнительной власти, утв. Распоряжением Правительства РФ от 30.01.2014 № 93-р, содержит задачи повышения доступности открытых государственных данных и качества опубликованных данных. Таким образом, фактически открытость и доступность по современным стандартам ассоциируется с опубликованием информации в открытом доступе на официальных сайтах в интернете. Следовательно, в рамках данного исследования запросы о предоставлении информации не направлялись и поиск информации осуществлялся только в сети.

---

<sup>6</sup> Бизнес на карте — Норникель. 2022. Дата обращения 17 июля, 2022. <https://www.nornickel.ru/business/on-the-map>.

<sup>7</sup> Отчет об устойчивом развитии группы компаний «Норникель» за 2020 г. С. 222–223. Дата обращения 17 июля, 2022. <https://csr2020.nornickel.ru/nornikel-2020-ru.pdf>.

Итак, для формирования набора отчетных данных использовались следующие источники официальной экологической информации:

— сайт Федеральной службы государственной статистики<sup>8</sup> (далее — Росстат) и связанные с ним информационные системы; как правило, информация бралась из Базы данных показателей муниципальных образований<sup>9</sup>;

— государственные доклады о состоянии и охране окружающей среды или аналогичные доклады, подготовленные органами исполнительной власти субъекта, на территории которого расположен источник выбросов, и опубликованные на официальных сайтах таких органов;

— обобщенные данные федерального статистического наблюдения по форме отчетности № 2-ТП (воздух) с детализацией по субъектам России и муниципальным образованиям, размещенные на сайте Федеральной службы по надзору в сфере природопользования<sup>10</sup> (далее — Росприроднадзор);

— корпоративная отчетность крупных компаний, которым принадлежат источники выбросов.

Официальная отчетность обычно представлена по муниципальным образованиям, а дистанционные данные — по кратким наименованиям источников выбросов и их координатам. Краткие наименования источников выбросов соответствуют городам, а города обычно являются административными центрами муниципальных образований, что в большинстве случаев позволило однозначно соотнести источник выбросов из набора дистанционных данных с конкретным муниципальным образованием из официальной отчетности. Тем не менее в некоторых случаях приходилось суммировать отчетные данные по выбросам в нескольких муниципальных образованиях. Например, источник выбросов Novokuznetsk (г. Новокузнецк в Кемеровской области), на первый взгляд, соответствует только Новокузнецкому городскому округу, однако рядом находится Мысковский городской округ, также характеризующийся большими выбросами. На спутниковых снимках два источника выбросов, находящиеся на небольшом расстоянии друг от друга (до 50 км), сливаются в один (Fioletov et al. 2016, 11515), поэтому следует предположить, что источник Novokuznetsk соответствует выбросам одновременно с территории Новокузнецкого и Мысковского городских округов, и данные по ним нужно суммировать.

В набор отчетных данных включалась только информация о выбросах от стационарных источников, но не от передвижных. Причина в том, что выбросы от последних сложнее оценить, и в официальной отчетности они указаны редко. Это не должно повлиять на результаты анализа данных, поскольку выбросы диоксида серы от передвижных источников невелики и составляют не более 2–3% выбросов этого загрязняющего вещества от стационарных источников<sup>11</sup>.

<sup>8</sup> Федеральная служба государственной статистики. Дата обращения 17 июля, 2022. <https://rosstat.gov.ru>.

<sup>9</sup> База данных показателей муниципальных образований. Дата обращения 30 октября, 2022. <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Munst.htm>.

<sup>10</sup> «Информация об охране атмосферного воздуха». *Росприроднадзор*. 2022. Дата обращения 30 октября, 2022. <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/air-protect>.

<sup>11</sup> Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды РФ в 2020 г.». С. 29.

Ни один из четырех источников информации не охватывает все 30 источников выбросов за все 15 лет. Как следствие, набор отчетных данных формировался путем сочетания разных источников информации. Если для одного и того же источника выбросов за один и тот же год было доступно несколько значений объема выбросов (например, с сайта Росстата и из государственного доклада), то в каталог включалось каждое по отдельности, но при анализе они усреднялись так, чтобы один источник выбросов за один год был представлен только одним значением. Максимально можно было собрать 450 значений (30 источников выбросов умножить на 15 лет). Фактически удалось собрать 256 значений, т. е. чуть больше половины, что достаточно для анализа.

Таким образом, набор дистанционных данных содержал 450 значений для 30 источников выбросов за 15 лет с 2005 по 2019 г., а набор отчетных данных — 256 значений для 30 источников выбросов за разные годы в пределах того же периода<sup>12</sup>.

## 2.2. Анализ данных

Сравнить наборы данных можно по двум критериям: процедурному (простота получения и полнота сведений) и содержательному (значения объемов выбросов). Первое сравнение позволит сделать выводы об открытости и доступности информации, а второе — о ее достоверности.

Набор дистанционных данных является наиболее открытым и доступным для конечного пользователя, так как его можно загрузить с сайта. Отчетные данные менее открыты и доступны. В целом удалось найти только чуть больше половины от потенциального объема информации. Наличие или отсутствие отчетных данных о выбросах диоксида серы для каждого из 30 источников загрязнения за каждый год из 15 лет представлены в виде графика (рис. 1).

Продолжительность периодов, за которые имеются данные об объемах выбросов в наборе отчетных данных, составляет от 6 до 15 лет. Полных или почти полных периодов всего четыре. С 2014 г. данные о выбросах есть за все годы для всех крупных источников загрязнения (единственное исключение — Костомукша в 2016 г.), а до 2014 г. информация в открытых источниках представлена фрагментарно.

Процесс поиска общедоступной официальной информации о выбросах диоксида серы трудоемок. Для формирования набора данных приходится искать и комбинировать сведения из разных источников, устранять расхождения. Сайты органов власти различаются по организации и наполнению, иногда не открываются, сложны в плане навигации, содержат неработающие ссылки. Данные представлены в разных форматах и имеют разную структуру. Тексты государственных докладов и корпоративных отчетов также различаются по структуре и содержанию, причем в зависимости не только от региона или компании, но и от года. Таким образом, доступность официальной информации о выбросах диоксида серы невелика, поскольку для ее извлечения требуется много ручной работы.

---

<sup>12</sup> Здесь и далее данные проанализированы с использованием методов прикладной статистики. Анализ проводился с помощью языка программирования R и среды разработки RStudio. Исходные данные и программный код для анализа опубликованы в открытом доступе. Дата обращения 17 июля, 2022. <https://github.com/PavelSyomin/so2-emissions-information>.



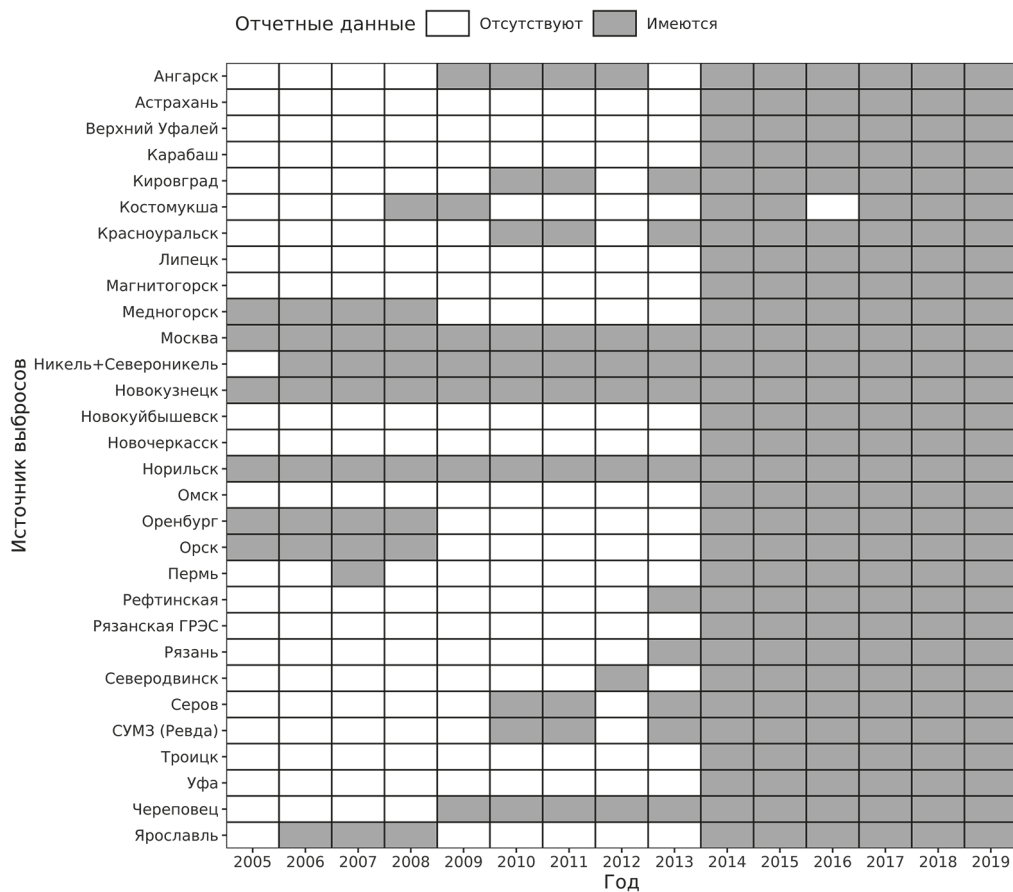


Рис. 1. Наличие отчетных данных о выбросах диоксида серы по каждому из источников выбросов за 2005–2019 гг. (составлено автором; СУМЗ — Среднеуральский медеплавильный завод)

При сравнении по содержательному критерию начать следует с того, что данные дистанционного зондирования подвержены влиянию большого количества искажений, поэтому их точность ограничена. Тем не менее погрешность измерений можно оценить: истинное значение объема выбросов с большой вероятностью находится в некотором диапазоне значений. Например, если выбросы по дистанционным данным составляют 100 тыс. тонн плюс-минус 55 %, то истинное значение с высокой вероятностью находится между 45 и 155 тыс. тонн. В таком случае 80 тыс. тонн в отчетности — нормальный результат, и разница, скорее всего, возникла случайно, но 160 тыс. тонн — существенное расхождение, которое вряд ли объясняется случайностью. При этом если существенных расхождений много и они направлены в одну сторону (например, дистанционные данные почти всегда больше отчетных), то вероятность того, что это случайность, уменьшается.

Точность дистанционных данных различается в зависимости от величины зафиксированного со спутника объема выбросов. Для выбросов больше 100 тыс. тонн в год погрешность составляет 55 %, а для выбросов меньше 50 тыс. тонн в год она указана как «больше 67 %» (Fioletov et al. 2016, 11503). Можно сделать вывод,

что для выбросов от 50 до 100 тыс. тонн в год погрешность равняется 67 %, а для меньшего объема выбросов она, по сути, не определена, и для дальнейших расчетов ее можно также условно принять за 67 %. Если известна погрешность, то можно для каждого источника выбросов за каждый год проверить, попадает ли объем выбросов, указанный в отчетных данных, в диапазон значений, вычисленный на основе дистанционных данных и погрешности спутниковых измерений. Далее можно составить агрегированную статистику: сколько раз дистанционные данные оказались существенно меньше отчетных, сколько раз — существенно больше и сколько раз — примерно равны. Чтобы учесть различия погрешности измерений, статистику нужно разбить на три группы в зависимости от объема выбросов по дистанционным данным: до 50 тыс. тонн, от 50 до 100 тыс. тонн и от 100 тыс. тонн. Результаты сравнения по группам представлены в табл. 1. Примерно в половине случаев отчетные данные соответствуют дистанционным, а в половине случаев наблюдается существенное расхождение.

*Таблица 1. Результаты сравнения отчетных и дистанционных данных с учетом погрешности спутниковых измерений\**

Объем выбросов по дистанционным данным	Отчет < дист.	Отчет = дист.	Отчет > дист.
до 50 тыс. тонн	26	34	38
от 50 до 100 тыс. тонн	35	41	7
более 100 тыс. тонн	35	40	0

\* Составлено автором. «Отчет < дист.» — количество случаев, когда объем выбросов по отчетным данным существенно меньше, чем по дистанционным. «Отчет = дист.» — количество случаев, когда объем выбросов по отчетным данным существенно не отличается от объема выбросов по дистанционным данным. «Отчет > дист.» — количество случаев, когда объем выбросов по отчетным данным существенно больше, чем по дистанционным.

В группе «до 50 тыс. тонн» результаты сравнения отчетных данных с дистанционными распределены относительно равномерно: по трети в каждом столбце. Следовательно, в этой группе расхождения между дистанционными и отчетными данными, видимо, носят случайный характер и объясняются низкой точностью дистанционных измерений при небольших объемах выбросов. Иная ситуация складывается в двух других группах («от 50 до 100 тыс. тонн» и «более 100 тыс. тонн»). В них преобладают два результата сравнения: отчетные данные либо приблизительно равны дистанционным, либо существенно меньше их. Только в редких случаях отчетные данные оказываются выше дистанционных, причем в группе «более 100 тыс. тонн» такой результат сравнения не встречается вовсе. Поскольку точность дистанционных измерений для больших объемов выбросов выше, чем для небольших, и она строго определена, то такие результаты вряд ли объяснимы только погрешностью в оценках, полученных с помощью спутниковых снимков.

Можно проанализировать эти же данные по-другому: для каждого источника загрязнения за каждый год вычислить разность между отчетными и дистанционными данными, не обращая внимания на погрешность, и посмотреть на распре-

деление этих разностей. Если различия между двумя источниками данных объясняются исключительно случайными факторами, то разности примерно в половине случаев будут отрицательными (отчетные данные меньше дистанционных) и примерно в половине случаев — положительными (отчетные данные больше дистанционных). Распределения разностей между отчетными и дистанционными данными представлены в табл. 2.

*Таблица 2. Результаты сравнения отчетных и дистанционных данных без учета погрешности спутниковых измерений\**

Объем выбросов по дистанционным данным	Отчет < дист.	Отчет > дист.
до 50 тыс. тонн	47	51
от 50 до 100 тыс. тонн	69	14
более 100 тыс. тонн	60	15

\* Составлено автором. «Отчет < дист.» — количество случаев, когда объем выбросов по отчетным данным меньше, чем по дистанционным. «Отчет > дист.» — количество случаев, когда объем выбросов по отчетным данным больше, чем по дистанционным.

Результаты, представленные в табл. 2, согласуются с результатами, представленными в табл. 1. В группе источников загрязнения с выбросами до 50 тыс. тонн в год разности распределены приблизительно равномерно. Следовательно, различия отчетных и дистанционных данных здесь, вероятно, объясняются только случайными факторами. В двух других группах распределение разностей смещено: вариант «отчетные данные меньше дистанционных» встречается в несколько раз чаще, чем вариант «отчетные данные больше дистанционных». Тем самым подтверждается ранее выявленная тенденция: при выбросах диоксида серы от 50 тыс. тонн в год отчетные данные, как правило, меньше, чем дистанционные.

Можно визуально сравнить распределения объемов выбросов по отчетным и дистанционным данным (рис. 2). На графике не показаны данные по Норильску (Norilsk), поскольку объемы выбросов в этом городе многократно превышают объемы выбросов из других источников и достигают 2 млн тонн. Если не убрать их с графика, то левая часть диаграммы сильно сожмется и различия распределений станут незаметны.

Распределение дистанционных данных смещено вправо по сравнению с распределением отчетных данных, т.е. в целом среди дистанционных данных чаще встречаются более высокие значения объема выбросов. В дистанционных данных сначала наблюдается пик на промежутке от 0 до 10 тыс. тонн, а потом провал, выправляющийся только к 40 тыс. тонн. Это связано с тем, что порог чувствительности дистанционных измерений составляет примерно 30 тыс. тонн в год (Fioletov et al. 2016, 11505), а меньшие объемы выбросов фиксируются не всегда либо регистрируются как нулевое значение. В остальном же пик отчетных значений приходится на диапазон от 0 до 40 тыс. тонн, а пик дистанционных значений менее выражен и более растянут на промежуток от 30 до 80 тыс. тонн. Между медианами объемов выбросов также есть заметное различие: медианные выбросы по отчетным данным

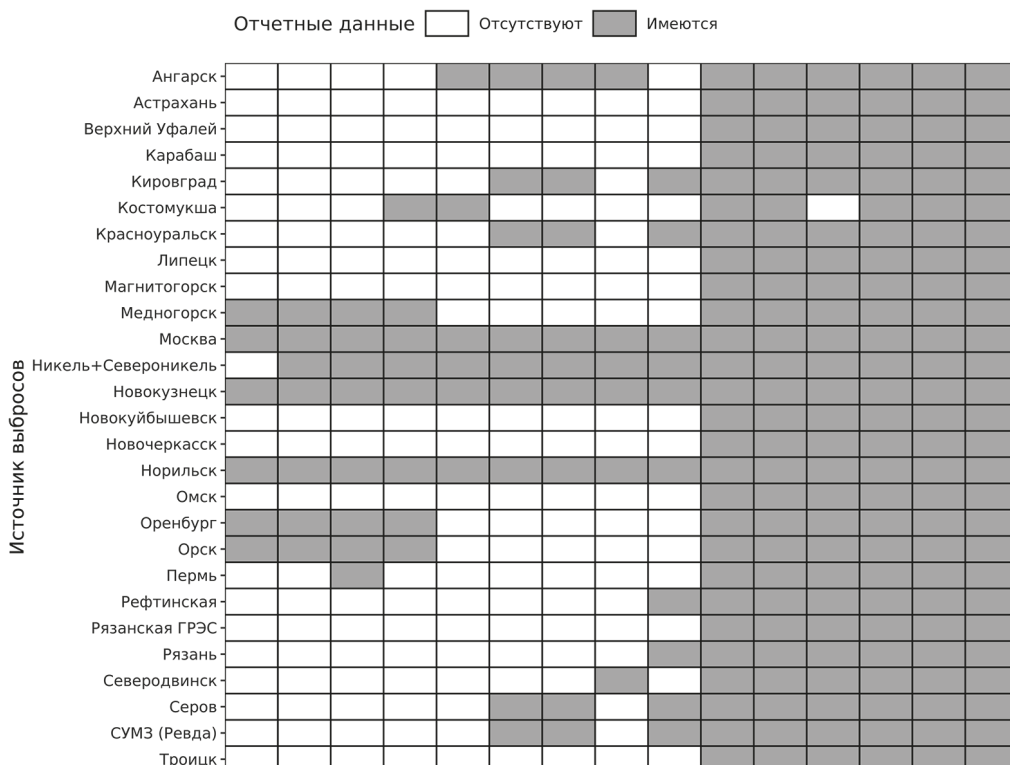


Рис. 2. Распределения объемов выбросов диоксида серы по отчетным и дистанционным данным за 2005–2019 гг. (составлено автором; вертикальные линии изображают медианные значения (М) по отчетным (сплошная) и дистанционным (пунктирная) данным)

оцениваются в 22 738 тонн в год, а по дистанционным — 58 767 тонн в год. Иначе говоря, медианные выбросы по отчетным данным составляют около 39 % от медианных выбросов по дистанционным данным, что несколько выходит за границы 55 %-ного диапазона погрешности, хотя и не выходит за границы 67 %-ного диапазона, характерного для меньших объемов выбросов. По величине различия нельзя однозначно утверждать, что оно не является следствием только низкой точности спутниковых измерений. Однако в совокупности с ранее изложенными аргументами о распределении разностей и результатов сравнения отчетных и дистанционных данных это различие становится еще одним аргументом, подтверждающим наличие тенденции к меньшему объему выбросов согласно отчетным данным по сравнению с дистанционными.

### 2.3. Результаты анализа

Анализ отчетных и дистанционных данных позволяет сделать три предварительных вывода: дистанционные данные превосходят отчетные по степени открытости и доступности; между отчетными и дистанционными данными имеются различия; эти различия при объемах выбросов до 50 тыс. тонн в год по дистанционным данным не характеризуются какой-либо тенденцией, в то время как при

более крупных объемах выбросов наблюдается тенденция, согласно которой отчетные данные обычно меньше, чем дистанционные, причем в половине случаев существенно меньше.

Следующий этап исследования — это интерпретация первичных выводов. Сначала следует сделать интерпретацию в контексте открытости и доступности данных, далее оговорить достоверность информации и, наконец, рассмотреть в целом возможности использования дистанционных данных как источника экологической информации, средства повышения ее открытости и доступности, а также проверки достоверности.

В плане открытости и доступности дистанционные данные близки к эталону. Информация о выбросах диоксида серы на сайте NASA доступна постоянно, без регистрации и запросов. Она представлена в структурированном машиночитаемом виде, сопровождается метаданными и описанием методики расчетов. Конечно, нужно помнить, что каталог выбросов как итоговый продукт, доступный для загрузки в интернете, основан на большом архиве оригинальных спутниковых снимков, и для обработки этих снимков нужны компьютерные программы и вычислительные ресурсы. Следовательно, открытость и доступность итогового продукта сочетаются с необходимостью значительных организационных, интеллектуальных, финансовых затрат для его создания. Обязана ли организация, обладающая необходимыми ресурсами, свободно распространять результаты своей работы? Открытость и доступность каталога, использованного в данном исследовании, фактически являются добровольной инициативой NASA (а может быть, даже отдельного исследовательского коллектива, связанного с этой организацией). Никто не гарантирует, что этот каталог продолжит существовать. Отчасти эти опасения подтверждаются тем, что оценки выбросов, подготовленные NASA, доступны только до 2019 г., а более новые отсутствуют, и планов или обещаний по их публикации нет. Также никто не гарантирует, что если другая организация сделает аналогичные расчеты, то она разместит их в открытом доступе, — напротив, они могут стать коммерческим продуктом.

Отчетные данные о выбросах диоксида серы в России недостаточно открыты и при этом труднодоступны. Подчеркнем: в данном исследовании идет речь о крупнейших источниках загрязнения, дающих, по грубым оценкам, половину от общего объема выбросов диоксида серы (Fioletov et al. 2016, 11497) и, как следствие, требующих наиболее строгого контроля. Несмотря на это, открытость данных о выбросах от таких источников сравнительно невелика и для формирования даже неполного набора данных требуются существенные усилия.

Причинами недостаточной открытости и доступности официальной информации о выбросах диоксида серы в России могут быть особенности управления и регулирования в сфере экологии. Функции сбора и распространения информации распределены между разными органами государственной власти. До 2018 г. отчетность по форме № 2-ТП (воздух) сдавалась в Росстат<sup>13</sup>, с 2018 г. она сдается в Росприроднадзор<sup>14</sup>. Распространение статистической информации осуществляется, с одной стороны, самими Росстатом и Росприроднадзором, а с другой — Министерством природных ресурсов и экологии РФ и уполномоченными органами

<sup>13</sup> Приложение 2 к Приказу Росстата от 04.08.2016 № 387 (ред. от 24.08.2017).

<sup>14</sup> Приложение к Приказу Росстата от 08.11.2018 № 661.

исполнительной власти субъектов при подготовке ими государственных докладов о состоянии и об охране окружающей среды. Таким образом, за исследованное время имеются как минимум три федеральных и множество региональных органов государственной власти, связанных с обработкой информации о выбросах в атмосферный воздух.

Единый стандарт распространения информации отсутствует. Конституция РФ, Закон об охране окружающей среды, Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» содержат только общие и весьма декларативные нормы о праве на информацию о состоянии окружающей среды. Федеральный закон от 29.11.2007 № 282-ФЗ «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации» вместе с Федеральным планом статистических работ, утв. Распоряжением Правительства РФ от 06.05.2008 № 671-р, позволяют сделать вывод, что информация о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух общедоступна, однако сами по себе не регулируют, какая именно статистическая информация, в каком объеме и с какой степенью детализации должна быть опубликована на официальных сайтах в интернете. Закон об обеспечении доступа к официальной информации и принятые в соответствии с ним перечни, на первый взгляд, указывают на довольно широкий круг сведений, которые должны быть размещены на сайтах органов власти в интернете, но в этот широкий круг по большей части входит информация организационного и административного характера, а положения о раскрытии статистической и иной аналогичной информации о состоянии дел в подведомственной сфере довольно декларативны и неопределенны. Состав сведений в государственных докладах о состоянии и об охране окружающей среды, подготавливаемых в субъектах, регулируется на федеральном уровне лишь в общих чертах. Таким образом, каждый орган власти по своему усмотрению определяет, какой объем статистической информации, с какой детализацией и в каком формате он публикует в открытом доступе. Как следствие, часть сведений не публикуется или публикуется в неудобном виде, а различие состава, структуры и форматов данных затрудняет сбор информации. Конечно, информационная открытость со временем растет: если отчетные данные по выбросам диоксида серы до 2014 г. приходилось искать преимущественно в государственных докладах, то данные с 2014 г. можно найти в базе Росстата<sup>15</sup>, а с 2018 г. — на сайте Росприроднадзора<sup>16</sup>. Принятые в конце 2021 г. Правила размещения экологической информации<sup>17</sup>, немного улучшили ситуацию с регулированием — п. 20 «Содержания экологической информации», прилагающегося к правилам, предписывает ежегодно публиковать в Единой межведомственной информационно-ста-

<sup>15</sup> База данных показателей муниципальных образований Росстата. 2022. Дата обращения 17 июля, 2022. <https://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst15/DBInet.cgi>.

<sup>16</sup> Росприроднадзор | Информация об охране атмосферного воздуха. 2022. Дата обращения 17 июля, 2022. <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/air-protect/>.

<sup>17</sup> Правила размещения и обновления федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов РФ, органами местного самоуправления или уполномоченными ими организациями информации о состоянии окружающей среды (экологической информации) на официальных сайтах в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» или с помощью государственных и муниципальных информационных систем, в том числе содержания информации о состоянии окружающей среды (экологической информации) и формы ее размещения, утв. Постановлением Правительства РФ от 16.12.2021 № 2314.

тистической системе<sup>18</sup> (ЕМИСС) официальную статистическую информацию по форме № 2-ТП (воздух). Фактически эта информация распространялась и раньше, так что новые правила закрепили существующую практику и уточнили место публикации сведений. Тем не менее они не сняли вопросы о степени детализации этих данных, о недостаточной частоте публикации, о преемственности и совместимости форматов, о доступности сведений за предыдущие периоды. Таким образом, проблема повышения открытости и доступности официальной экологической информации остается актуальной, особенно если речь идет об исторических данных.

По мнению автора статьи, наилучший вариант повышения открытости и доступности отчетных данных о выбросах диоксида серы и иной информации о загрязнении окружающей среды — это публикация сведений в форме открытых данных с детализацией по загрязняющим веществам, годам, субъектам Федерации, отраслям экономики и муниципальным образованиям. Подобные предложения уже выдвигались в научной литературе (Мельникова 2017, 128). Наборы данных можно разместить на Портале открытых данных РФ<sup>19</sup>, а в будущем — на цифровой аналитической платформе предоставления статистических данных, которая создается в рамках Национальной системы управления данными<sup>20</sup>. Детальная регламентация содержания региональных государственных докладов о состоянии и об охране окружающей среды, напротив, неудачный способ решения проблемы, потому что такие доклады представляют собой не просто сборники статистической информации, а анализ экологической ситуации в конкретном регионе, учитывающий местные особенности, в связи с чем их унификация нецелесообразна и не соответствует принципу федерализма.

Еще одна особенность, влияющая на открытость и доступность экологической информации, — отсутствие в российском законодательстве норм о публичной нефинансовой отчетности. Публичная нефинансовая отчетность характеризует компанию с точки зрения социальной ответственности и устойчивого развития. Объемы выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду могут входить в состав нефинансовой отчетности как один из экологических показателей. Как отмечается в Концепции развития публичной нефинансовой отчетности, утв. Распоряжением Правительства РФ от 05.05.2017 № 876-р, практика такой отчетности в мире насчитывает более 20 лет, и отчеты публикуют около 90 % компаний из списка S&P 500. Вместе с тем в России только 12 % крупных компаний имеют лидерский или высокий уровень прозрачности (Кисилева, Загидуллин, Журавлев 2021, 16).

Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 г., утв. Президентом РФ 30.04.2012, предусматривают развитие механизма нефинансовой отчетности для повышения информационной открытости промышленных предприятий (подп. «д» п. 21). Пока что

---

<sup>18</sup> Единая межведомственная информационно-статистическая система. Дата обращения 17 июля, 2022. <https://www.fedstat.ru>.

<sup>19</sup> Портал открытых данных РФ. Дата обращения 17 июля, 2022. <https://data.gov.ru>.

<sup>20</sup> Согласно Постановлению Правительства РФ от 22.06.2021 № 956 «О государственной информационной системе “Цифровая аналитическая платформа предоставления статистических данных”», ожидаемый срок ввода этой платформы в эксплуатацию — 01.09.2023.

из официальных документов, связанных с нефинансовой отчетностью, можно отметить только рекомендации Банка России, прилагающиеся к Письму от 12.07.2021 № ИН-06-28/49 и не являющиеся юридически обязательными, однако имеющие некоторое стимулирующее и организационное значение. На протяжении нескольких лет существует проект федерального закона о публичной нефинансовой отчетности. Принятие подобного закона могло бы стать одним из факторов повышения открытости и доступности экологической информации. Вместе с тем нужно учитывать, что на данный момент многие компании не проявляют заинтересованности в раскрытии нефинансовой информации, что, по-видимому, связано с затратами, необходимыми на подготовку отчетов, а также рисками из-за высокой публичности и отсутствием явных выгод от нее. Следовательно, само по себе установление юридических требований к публичной нефинансовой отчетности может не дать желаемых результатов и спровоцировать уклонение от исполнения норм закона, привести к тому, что обязанность по раскрытию социальной и экологической информации будет исполняться формально, сведения будут представлены в неудобном виде и, возможно, искажены.

Для интерпретации результатов с точки зрения достоверности информации нужно проанализировать три ситуации: 1) объем выбросов небольшой; в этом случае дистанционные данные технически невозможно использовать для оценки достоверности отчетных данных, поскольку погрешность спутниковых измерений неопределенно высока и сколь угодно большие расхождения могут объясняться исключительно случайными факторами; 2) объем выбросов большой, и отчетные данные приблизительно совпадают с дистанционными; в таком случае отчетные данные, скорее всего, достоверны или как минимум не содержат значительных неточностей; 3) объем выбросов большой и отчетные данные существенно отличаются от дистанционных; в этой ситуации нужно обратить внимание на возможные причины расхождений.

Существенные расхождения между отчетными и дистанционными данными могут быть вызваны как неточностью спутниковых измерений, так и недостатками официальной отчетности. Так, семь случаев, при которых отчетные данные оказываются значительно выше дистанционных (табл. 1), вероятно, объясняются именно погрешностью при оценке выбросов по космическим снимкам, потому что завышение сведений в официальной отчетности представить довольно трудно. Логично предположить, что должны быть и случаи, когда отчетные данные ниже дистанционных исключительно из-за неточности спутниковых оценок. Проблема в том, что примерно в половине случаев отчетные данные существенно меньше дистанционных. Конечно, можно предположить, что результаты дистанционного зондирования Земли содержат систематическую ошибку, т. е. спутник и алгоритм обработки данных регулярно завышают оценки выбросов, однако подтверждений этого нет. Следовательно, причины, по которым отчетные данные существенно ниже дистанционных, следует искать именно в особенностях формирования официальной отчетности.

Таких особенностей можно назвать три. Первая из них — методы и средства измерений. Измерение объема выбросов того или иного загрязнителя от стационарных источников осуществляется разными методами и с помощью разных технических средств. Точность некоторых методов и инструментов может быть не-



большой, что приводит к занижению объемов выбросов. В таком случае следует ожидать, что за период с 2005 до 2019 г. число существенных расхождений между отчетными и дистанционными данными будет уменьшаться, поскольку технологии контроля выбросов совершенствуются. Имеющиеся данные не подтверждают, но и не опровергают это предположение: доля случаев, когда отчетные данные существенно отличаются от дистанционных, мало меняется (табл. 3).

**Таблица 3. Распределение результатов сравнения отчетных данных с дистанционными в зависимости от года\***

Год	Отчет < дист.	Отчет = дист.	Отчет > дист.
2005	2	4	0
2006	3	4	0
2007	2	5	0
2008	2	4	0
2009	0	4	0
2010	1	4	0
2011	1	5	0
2012	0	2	2
2013	2	5	0
2014	10	6	1
2015	10	9	2
2016	8	10	0
2017	6	6	2
2018	13	6	0
2019	10	7	0

\* Составлено автором. «Отчет < дист.» — количество случаев, когда объем выбросов по отчетным данным существенно меньше, чем по дистанционным. «Отчет = дист.» — количество случаев, когда объем выбросов по отчетным данным существенно не отличается от объема выбросов по дистанционным данным. «Отчет > дист.» — количество случаев, когда объем выбросов по отчетным данным существенно больше, чем по дистанционным. В таблицу не включались случаи с выбросами менее 50 тыс. тонн в год.

Второй причиной расхождений может быть наличие неучтенных источников выбросов. К ним относятся передвижные источники, стационарные источники с объемом выбросов до 10 тонн в год, а также источники, которые по каким-либо причинам не поставлены на учет. Правда, доля диоксида серы в выбросах от передвижных источников, как говорилось выше, невелика, а мелких источников должно быть очень много, чтобы они дали значительные расхождения, поэтому этот вариант маловероятен.

Третье объяснение существенных различий между отчетными и дистанционными данными — сознательное искажение информации. Оно может возникать на уровне природопользователей, предоставляющих отчетность, и на уровне органов власти, осуществляющих сбор, обработку и распространение информации. Природопользователи при этом не представляют отчетность совсем или вносят в нее недостоверные сведения, а также производят выбросы, отключив средства контроля, а органы власти искажают информацию при обобщении данных, полученных от природопользователей. Все эти действия содержат признаки правонарушений. Определить субъект правонарушения в каждом случае расхождения отчетных данных с дистанционными затруднительно, но в некоторых случаях факт существенного расхождения, особенно в совокупности с иной информацией, может стать основанием для проведения внеплановых проверок и возбуждения дел об административных правонарушениях, предусмотренных ст. 8.5 (сокрытие или искажение экологической информации) или ст. 13.19 (непредоставление первичных статистических данных) Кодекса РФ об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ.

Помимо обсуждения причин расхождений, стоит обратить внимание на относительно высокую согласованность отчетных и дистанционных данных для Норильска (Norilsk), Никеля и Мончегорска (Nickel + Severonikel), Череповца (Cherepovetskaya), Костомукши (Kostomuksha). По этим четырем источникам выбросов в подавляющем большинстве случаев (42 из 47) расхождения между отчетными и дистанционными данными укладываются в погрешность спутниковых измерений, еще в четырех случаях отчетные данные существенно больше дистанционных и только в одном — существенно меньше. Общее между указанными четырьмя источниками выбросов в том, что соответствующие им промышленные предприятия принадлежат компаниям, размещающим публичную нефинансовую отчетность. Возможно, благодаря информационной открытости компаний-природопользователей достоверность экологической информации повышается, но это не более чем гипотеза, которая требует отдельного исследования.

Завершая обсуждение результатов анализа данных, можно сделать некоторые общие выводы о перспективах использования дистанционных данных о выбросах загрязняющих веществ в контексте открытости, доступности и достоверности экологической информации.

На данный момент, несмотря на развитие технологий дистанционного зондирования Земли и появление первых общедоступных каталогов данных о выбросах, измеренных по спутниковым снимкам, возможности массового применения результатов космического мониторинга для оценки загрязнения атмосферного воздуха остаются ограниченными. Глобальный каталог выбросов есть для диоксида серы, но не для других загрязняющих веществ. Следовательно, если нужно будет получить информацию о выбросах, например, оксидов азота, то загрузить в интернете готовые данные не получится — нужно будет самостоятельно рассчитывать объем выбросов, используя архивы спутниковых снимков, специальные программы и собственные вычислительные мощности. Обычный гражданин или служащий органа власти вряд ли справится с этой задачей. Тем не менее если результаты космического мониторинга будут представлены в виде таблицы с оценками выбросов по источникам, годам и загрязняющим веществам и опубликованы

в форме открытых данных, то использовать их станет гораздо удобнее. Возможно, в России не помешает сделать такой открытый каталог выбросов в качестве дополнения к статистической информации, собираемой традиционным способом. Если сбор сведений о выбросах затруднен, что бывает в крупных городах с множеством небольших или передвижных источников загрязнения, то дистанционные данные могут использоваться для уточнения и корректировки официальной информации.

Дистанционные данные с учетом их текущей точности могут использоваться для оценки достоверности информации, но только при значительном объеме выбросов и при сильных (больше чем на 55–67%) расхождениях с официальной отчетностью. Подобные расхождения — сигнал о возможном правонарушении. Таким образом, данные космического мониторинга потенциально применимы в контрольно-надзорной деятельности и для привлечения к юридической ответственности. При производстве по делам об административных правонарушениях с точки зрения классификации доказательств данные дистанционного зондирования — это документ, если речь идет об общедоступном каталоге выбросов в электронной форме, или материал для проведения экспертизы. Исследование таких доказательств может проводиться при участии специалиста. Нельзя исключать использование результатов спутникового мониторинга в гражданском процессе, например при рассмотрении дел о возмещении вреда окружающей среде, хотя на практике это пока затруднительно.

### 3. Выводы

Проведенное исследование представляет собой попытку использования данных дистанционного зондирования Земли для оценки открытости, доступности и достоверности официальной экологической информации. Глобальный каталог выбросов диоксида серы от крупнейших источников загрязнения, созданный NASA с помощью спутниковых снимков, может считаться эталоном открытости и доступности информации о выбросах. Официальная информация о выбросах частично отсутствует в открытом доступе в интернете и представлена в труднодоступном виде: хорошо отражены объемы выбросов с 2014 г., сведения о выбросах до 2014 г. есть фрагментарно, а для поиска информации требуются существенные усилия. Данные, полученные с помощью дистанционного зондирования Земли, не отличаются высокой точностью, но позволяют фиксировать существенные (более 55–67% в зависимости от объема выбросов) различия между результатами спутниковых измерений и отчетной информацией. Точность дистанционных данных растет при увеличении объема выбросов. Для крупнейших источников выбросов диоксида серы в России характерна следующая тенденция: отчетные объемы выбросов примерно в половине случаев соответствуют дистанционным и примерно в половине случаев оказываются существенно меньше них. Причинами таких различий могут быть несовершенство методов и средств контроля объемов выбросов на источниках, наличие неучтенных небольших, а также передвижных источников загрязнения, неконтролируемые выбросы загрязняющих веществ, непредставление экологической отчетности либо внесение в нее недостоверных сведений.

Данные дистанционного зондирования Земли используются для создания альтернативных каталогов выбросов различных загрязняющих веществ. С одной

стороны, наличие таких каталогов способствует повышению открытости и доступности экологической информации, с другой — они могут применяться для оценки достоверности сведений о выбросах при осуществлении государственного надзора, муниципального и общественного контроля. Кроме того, данные дистанционного зондирования пригодны для уточнения и корректировки официальной отчетности, в образовательной деятельности и научных исследованиях. Они могут использоваться при привлечении к юридической ответственности в качестве доказательства или материала для судебной экспертизы.

Актуальной практической задачей является повышение открытости и доступности официальной информации о выбросах загрязняющих веществ. Наилучший вариант решения задачи — публикация статистических сведений с высокой степенью детализации (по загрязняющим веществам, годам, видам экономической деятельности, субъектам Федерации, муниципальным образованиям) в форме открытых данных на цифровой платформе, создаваемой в рамках Национальной системы управления данными, а до ее введения в эксплуатацию — на Портале открытых данных РФ. Еще одна актуальная задача — развитие механизма публичной нефинансовой отчетности крупных компаний-природопользователей. Целесообразно также создание собственных каталогов выбросов различных загрязняющих веществ в атмосферный воздух в России, основанных на данных космического мониторинга.

Проведенная работа позволяет также поставить три исследовательские задачи. Во-первых, необходимо и дальше оценивать открытость и доступность экологической информации, а также ее достоверность с учетом данных космического мониторинга (в первую очередь речь идет о других загрязняющих веществах, помимо диоксида серы). Во-вторых, следует изучить связь между информационной открытостью крупных природопользователей и достоверностью публикуемой ими экологической информации. В-третьих, есть смысл подготовить большую выборку отчетных данных о выбросах загрязняющих веществ и проверить наличие аномалий в распределении этих данных.

## Библиография

- Бахарев, Алексей В., Екатерина В. Ходырева, Лаура Н. Богданова. 2009. «Латентная преступность в сфере незаконных рубок лесных насаждений». *Вестник Академии Генеральной прокуратуры Российской Федерации* 5 (13): 44–46.
- Васильева, Мария А., Константин В. Степанюгин, Александр В. Богданов. 2015. «Выявление нарушений лесного законодательства с использованием систем дистанционного мониторинга на территории Дальневосточного федерального округа». *Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России* 4 (68): 107–111.
- Дамм, Ирина А., Ольга В. Роньжина, Евгений А. Акунченко, Маргарита А. Волкова, Андрей В. Корхов. 2018. «Открытость и доступность информации о правотворческой деятельности органов местного самоуправления в Российской Федерации». *Российский юридический журнал* 6 (123): 85–97.
- Зуев, Дмитрий В., Валентин Б. Кашкин, Константин В. Симонов. 2018. «Использование спутниковых методов мониторинга для оценки экологического состояния северных территорий Красноярского края». *Успехи современного естествознания* 2: 86–92.
- Кисилева, Евгения В., Жан К. Загидуллин, Алексей В. Журавлев. 2021. *Корпоративное управление в контексте ESG: новое понимание устойчивости*. Дата обращения 5 мая, 2022. <http://corptransparency.ru/documents/corporate-governance-in-the-context-of-esg.pdf>.

- Мельникова, Валентина Г. 2017. «Открытые данные в механизме реализации права граждан на достоверную информация о состоянии окружающей среды». *Вестник Томского государственного университета. Право* 23: 124–130. <https://doi.org/10.17223/22253513/23/14>
- Мисник, Галина А. 2007. «Право на доступ к экологической информации». *Журнал российского права* 2: 83–92.
- Розов, Сергей Ю., Нина Д. Кутузова, Татьяна Н. Большова. 2019. «Опыт применения данных дистанционного зондирования Земли при производстве судебных экологических экспертиз». *Теория и практика судебной экспертизы* 14: 56–65. <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2019-14-1-56-65>
- Сергеева, Ольга С. 2019. «Применение геоинформационных технологий для повышения эффективности земельного надзора». *Географический вестник* 4 (51): 154–162.
- Терещенко, Людмила К. 2010. «Доступ к информации: правовые гарантии». *Журнал российского права* 10: 46–53.
- Ускова, Марина С. 2017. «Современные технологии космического мониторинга как способ совершенствования правового регулирования договора страхования урожая сельскохозяйственных культур, осуществляемого с государственной поддержкой». *Ученые труды Российской академии адвокатуры и нотариата* 4 (47): 123–127.
- Ускова, Марина С. 2018. «Инновационное обеспечение «прозрачности» сельскохозяйственного страхования в России и за рубежом». *Legal Concept = Правовая парадигма* 4: 45–52. <https://doi.org/10.15688/lc.jvolsu.2018.4.6>
- Fioletov, Vitali E., Chris A. McLinden, Nickolay Krotkov, Can Li, Joanna Joiner, Nicolas Theys, Simon Carn, Mike D. Moran. 2016. “A global catalogue of large SO<sub>2</sub> sources and emissions derived from the Ozone Monitoring Instrument”. *Atmospheric Chemistry and Physics* 16 (18): 11497–11519. <https://doi.org/10.5194/acp-16-11497-2016>
- Li, Can, Qiang Zhang, Nickolay A. Krotkov, David G. Streets, Kebin He, Si-Chee Tsay, James F. Gleason. 2010. “Recent large reduction in sulfur dioxide emissions from Chinese power plants observed by the Ozone Monitoring Instrument”. *Geophysical Research Letters* 37 (8): 1–6. Дата обращения 13 июля, 2022. <https://doi.org/10.1029/2010gl042594>
- Liu, Fei, Sungyeon Choi, Can Li, Vitali E. Fioletov, Chris A. McLinden, Joanna Joiner, Nickolay A. Krotkov, Huisheng Bian, Greet Janssens-Maenhout, Anton S. Darmenov, Arlindo M. da Silva. 2018. “A new global anthropogenic SO<sub>2</sub> emission inventory for the last decade: A mosaic of satellite-derived and bottom-up emissions”. *Atmospheric Chemistry and Physics* 18: 16571–16586. <https://doi.org/10.5194/acp-18-16571-2018>
- Streets, David G., Timothy Canty, Gregory R. Carmichael, Benjamin de Foy, Russell R. Dickerson, Bryan N. Duncan, David P. Edwards, John A. Haynes, Daven K. Henze, Marc R. Houyoux, Daniel J. Jacob, Nickolay A. Krotkov, Lok N. Lamsal, Yang Liu, Zifeng Lu, Randall V. Martin, Gabriele G. Pfister, Robert W. Pinder, Ross J. Salawitch, Kevin J. Wecht. 2013. “Emissions estimation from satellite retrievals: A review of current capability”. *Atmospheric Environment* 77: 1011–1042. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.05.051>
- Vaughn, Timothy L., Clay S. Bell, Cody K. Pickering, Stefan Schwietzke, Garvin A. Heath, Gabrielle Pétron, Daniel J. Zimmerle, Russell C. Schnell, Dag Nummedal. 2018. “Temporal variability largely explains top-down/bottom-up difference in methane emission estimates from a natural gas production region”. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115 (46): 11712–11717. <https://doi.org/10.1073/pnas.1805687115>

Статья поступила в редакцию 22 августа 2020 г.;  
рекомендована к печати 5 сентября 2022 г.

Контактная информация:

Сёмин Павел Олегович — аспирант; [ntsp@ya.ru](mailto:ntsp@ya.ru)

## Official information on sulfur dioxide emissions and its assessment using satellite remote sensing data

P. O. Syomin

Perm State University,  
15, ul. Bukireva, Perm, 614990, Russian Federation

**For citation:** Syomin, Pavel O. 2022. "Official information on sulfur dioxide emissions and its assessment using satellite remote sensing data". *Vestnik of Saint Petersburg University. Law* 4: 1111–1133. <https://doi.org/10.21638/spbu14.2022.417> (In Russian)

The purpose of the study is to assess the openness, availability and reliability of official information on sulfur dioxide emissions from 31 of the largest point anthropogenic sources located in Russia. For the assessment, a comparison was made of the amounts of emissions according to official reporting and remote sensing data. The set of reported data was formed using information from websites of Federal State Statistic Service and of Federal Service for Supervision of Natural Resources, as well as those contained in state reports on the ecological situation and on environmental protection or in public non-financial statements of large companies. Remote sensing dataset was downloaded from NASA Global Sulfur Dioxide Monitoring project website. Data comparison was carried out using statistical analysis methods. It is found that remote sensing data can be considered a standard of information openness and availability, while reported data is incomplete and requires significant efforts to collect. For the emissions up to 50 000 tons per year, the differences between the reported and remote sensing data can be explained solely by the uncertainty of satellite measures. With a larger amount, however, the remote sensing values are in general larger than reported ones, which may indicate imperfect systems of emission control from stationary sources, the presence of many unaccounted sources, or deliberate distortion of environmental information. Emission catalogues from satellite data can become an alternative and supplement to official reporting, as well as be used for control and surveillance activities and bringing to legal responsibility. Topical issues are publishing official environmental information in a form of open data, the development of mechanisms for public non-financial reporting of large companies, the study of the links between information transparency and reliability of the information, as well as the peculiarities of the formation of official reporting about environmental impact.

**Keywords:** official ecological information, right for information, openness of information, availability of information, reliability of information, remote sensing of environment, air pollution, sulfur dioxide, space monitoring.

## References

- Bakharev, Aleksei V., Ekaterina V. Khodyreva, Laura N. Bogdanova. 2009. "Latent crime in the sphere of illegal felling of forestation". *Vestnik Akademii General'noi prokuratury Rossiiskoi Federatsii* 5 (13): 44–46. (In Russian)
- Damm, Irina A., Olga V. Ronzhina, Evgenii A. Akunchenko, Margarita A. Volkova, Andrei V. Korkhov. 2018. "Openness and free access to information about the legal activities of local governments in the Russian Federation". *Rossiiskii iuridicheskii zhurnal* 6 (123): 85–97. (In Russian)
- Fioletov, Vitali E., Chris A. McLinden, Nickolay Krotkov, Can Li, Joanna Joiner, Nicolas Theys, Simon Carn, Mike D. Moran. 2016. "A global catalogue of large SO<sub>2</sub> sources and emissions derived from the Ozone Monitoring Instrument". *Atmospheric Chemistry and Physics* 16 (18): 11497–11519. <https://doi.org/10.5194/acp-16-11497-2016>
- Kisileva, Evgeniia V., Zhan K. Zagidullin, Aleksei V. Zhuravlev. 2021. *Corporate governance in ESG context: New understanding of sustainability*. Accessed May 5, 2022. <http://corprtransparency.ru/documents/corporate-governance-in-the-context-of-esg.pdf>. (In Russian)

- Li, Can, Qiang Zhang, Nickolay A. Krotkov, David G. Streets, Kebin He, Si-Chee Tsay, James F. Gleason. 2010. "Recent large reduction in sulfur dioxide emissions from Chinese power plants observed by the Ozone Monitoring Instrument". *Geophysical Research Letters* 37 (8): 1–6. Accessed July 13, 2022. <https://doi.org/10.1029/2010gl042594>
- Liu, Fei, Sungeon Choi, Can Li, Vitali E. Fioletov, Chris A. McLinden, Joanna Joiner, Nickolay A. Krotkov, Huisheng Bian, Greet Janssens-Maenhout, Anton S. Darmanov, Arlindo M. da Silva. 2018. "A new global anthropogenic SO<sub>2</sub> emission inventory for the last decade: A mosaic of satellite-derived and bottom-up emissions". *Atmospheric Chemistry and Physics* 18: 16571–16586. <https://doi.org/10.5194/acp-18-16571-2018>
- Melnikova, Valentina G. 2017. "Open source data in the mechanism for implementing the right of citizens to true information about the environmental conditions". *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Pravo* 23: 124–130. <https://doi.org/10.17223/22253513/23/14> (In Russian)
- Misnik, Galina A. 2007. "Right to access to the ecological information". *Zhurnal rossiiskogo prava* 2: 83–92. (In Russian)
- Rozov, Sergei Yu., Nina D. Kutuzova, Tat'yana N. Bolysheva. 2019. "Experience of applying remote sensing Earth data in environmental forensics". *Teoriia i praktika sudebnoi ekspertizy* 14: 56–65. <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2019-14-1-56-65> (In Russian)
- Sergeeva, Olga S. 2019. "The application of geo-information technologies to increase the effectiveness of land supervision". *Geograficheskii vestnik* 4 (51): 154–162. (In Russian)
- Streets, David G., Timothy Canty, Gregory R. Carmichael, Benjamin de Foy, Russell R. Dickerson, Bryan N. Duncan, David P. Edwards, John A. Haynes, Daven K. Henze, Marc R. Houyoux, Daniel J. Jacob, Nickolay A. Krotkov, Lok N. Lamsal, Yang Liu, Zifeng Lu, Randall V. Martin, Gabriele G. Pfister, Robert W. Pinder, Ross J. Salawitch, Kevin J. Wecht. 2013. "Emissions estimation from satellite retrievals: A review of current capability". *Atmospheric Environment* 77: 1011–1042. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.05.051>
- Tereshchenko, Liudmila K. 2010. "Access to the information: Legal guarantees". *Zhurnal rossiiskogo prava* 10: 46–53. (In Russian)
- Uskova, Marina S. 2017. "Modern technologies of space monitoring as a way to improve the legal regulation of an insurance contract for agricultural crops, carried out with state support". *Uchenye trudy Rossiiskoi akademii advokatury i notariata* 4 (47): 123–127. (In Russian)
- Uskova, Marina S. 2018. "The innovative way to ensure transparency of agricultural insurance in Russia and abroad". *Legal Concept = Pravovaia paradigma* 4: 45–52. <https://doi.org/10.15688/lc.jvolsu.2018.4.6> (In Russian)
- Vasilyeva, Mariia A., Konstantin V. Stepanyugin, Aleksandr V. Bogdanov. 2015. "Identification of violations of forest legislation using remote monitoring systems in the Far Eastern Federal District". *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta MVD Rossii* 4 (68): 107–111. (In Russian)
- Vaughn, Timothy L., Clay S. Bell, Cody K. Pickering, Stefan Schwiethzke, Garvin A. Heath, Gabrielle Pétron, Daniel J. Zimmerle, Russell C. Schnell, Dag Nummedal. 2018. "Temporal variability largely explains top-down/bottom-up difference in methane emission estimates from a natural gas production region". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115 (46): 11712–11717. <https://doi.org/10.1073/pnas.1805687115>
- Zuev, Dmitrii V., Valentin B. Kashkin, Konstantin V. Simonov. 2018. "The using satellite methods of monitoring for estimation of environmental state of northern territories of the Krasnoyarsk region". *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniia* 2: 86–92. (In Russian)

Received: August 22, 2020  
Accepted: September 5, 2022

#### Author's information:

Pavel O. Syomin — Postgraduate Student; [ntsp@ya.ru](mailto:ntsp@ya.ru)