

pISSN 2073-2872
eISSN 2311-875X

Экономическая политика государства

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОТРАСЛИ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ*

Екатерина Александровна СЫРЦОВА

кандидат экономических наук,
доцент кафедры социально-экономического планирования
Института экономики, государственного управления и финансов,
Сибирский федеральный университет (СФУ),
Красноярск, Российская Федерация
ekoryakova@sfu-kras.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6000-8851>
SPIN-код: 6328-2892

История статьи:

Рег. № 344/2022
Получена 18.07.2022
Получена в
доработанном виде
02.08.2022
Одобрена 13.08.2022
Доступна онлайн
15.09.2022

УДК 338.2

JEL: O1, O38, Q58

Ключевые слова:

цифровая
трансформация,
экология,
природопользование

Аннотация

Предмет. Цифровая трансформация как одна из приоритетных задач развития экономики России.

Цели. Оценка влияния цифровой трансформации на решение важных экологических проблем Красноярского края.

Методология. Использованы методы логического, сравнительного и статистического анализа.

Результаты. Оценена полнота отражения вопросов, связанных с цифровизацией, в отраслевых программных документах региона. Установлено, что основной проблемой, сдерживающей применение цифровых технологий в отрасли, является низкая кадровая и ресурсная обеспеченность.

Выводы. Требуется единый подход к решению задач цифровой трансформации в разных документах стратегического планирования.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2022

Для цитирования: Сырцова Е.А. Проблемы и перспективы цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования в Красноярском крае // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. – 2022. – Т. 18, № 9. – С. 1655 – 1679.
<https://doi.org/10.24891/ni.18.9.1655>

Введение

Развитие цифровой экономики в нашей стране осуществляется в рамках национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», реализация которой рассчитана на период 2018–2024 гг.¹. Цифровая трансформация отдельных отраслей регламентируется стратегическими направлениями, утвержденными Правительством России. В отрасли экологии и природопользования соответствующее направление было утверждено в декабре 2021 г. Документ определяет приоритеты, цели, задачи, проблемы и вызовы цифровой трансформации отрасли, а также перечень технологий, предполагаемых к внедрению, в том числе относительно новой для России – технологии цифрового двойника².

Отрасль экологии и природопользования определяется довольно обширным перечнем направлений и видов деятельности, отношений и задач в области использования природных ресурсов, экологического мониторинга, управления в сфере обращения с отходами и др. Цифровизация этой отрасли предполагает перевод существующего документооборота и значимых государственных услуг в электронный вид, а также широкое распространение государственных информационных систем, которые позволят получать своевременную и качественную информацию о состоянии природных ресурсов и окружающей среды.

Необходимое условие для достижения этой цели – сбор и актуализация данных, которые должны осуществляться с применением дистанционного зондирования Земли, беспилотных летательных аппаратов, различных камер, датчиков и устройств (технологий интернета вещей). Для обработки полученных данных, построения моделей, прогнозирования, помощи в принятии решений предполагается использование искусственного интеллекта и машинного обучения. Применение перечисленных технологий

* Исследование выполнено в рамках реализации проекта № 2022030908431 «Разработка методики оценки эффективности реализации стратегических направлений цифровой трансформации ключевых отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления субъектов Российской Федерации (на примере Красноярского края)», поддержанного Красноярским краевым фондом поддержки научной и научно-технической деятельности в рамках регионального конкурса «Конкурс проектов прикладных научных исследований и инновационных разработок в интересах развития Красноярского края» по приоритетным темам, представленным органами государственной власти и местного самоуправления Красноярского края.

¹ Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 № 1632-р). URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>

² Распоряжение Правительства Российской Федерации от 08.12.2021 № 3496-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_403312/

позволит получать, хранить, обрабатывать, визуализировать огромные объемы данных об экосистемах, климатических и метеорологических процессах, о негативном воздействии на окружающую среду. Конечной целью их внедрения является возможность оперативно принимать решения, сокращать ущерб экономике и вред здоровью населения.

Обзор цифровых технологий, применяемых в отрасли экологии и природопользования

В сфере управления природными ресурсами большой опыт применения цифровых технологий накоплен в лесном комплексе, о чем свидетельствует значительное количество публикаций и проектов. Обзор публикаций, представленный в работе С. Нитославски с соавторами [1], показывает, что в период 2010–2020 гг. интерес к использованию цифровых технологий для решения проблем лесного хозяйства возрастал. С точки зрения применяемых технологий большую популярность набирают технологии искусственного интеллекта и машинного обучения, с 2015 г. устойчивый рост интереса показывают также беспилотные транспортные средства.

Среди тематических групп в последние годы повышается интерес к городским экосистемам, в то время как количество статей, посвященных инвентаризации лесов и борьбе с лесными пожарами, увеличивается незначительно. В России цифровая трансформация лесного комплекса также находит отражение в публикациях: в работе Н.Г. Синявского обсуждаются риски цифровизации комплекса [2], Ю.В. Вертакова рассматривают возможности совершенствования государственного управления лесами с учетом цифровизации [3], Н.Г. Жаворонкова и Ю.Г. Шпаковский отмечают правовые аспекты процесса [4].

Цифровые технологии используются во всех аспектах управления лесными ресурсами. В работах К. Шивапракаша с соавторами [5] и Р. Даинелли с соавторами [6] приведены примеры использования искусственного интеллекта и беспилотных летательных аппаратов. Прогнозирование и мониторинг темпов обезлесения, оценка опасностей и выявление незаконных рубок ведется с использованием данных дистанционного зондирования Земли или снимков, полученных беспилотными летательными аппаратами и обрабатываемых искусственным интеллектом. Примерами компаний, реализующих такие проекты, могут быть Outland Analytics, Terramonitor, Global Forest Watch. Для решения этих задач применяются и довольно оригинальные решения технологии интернета вещей: компания Rainforest Connection устанавливает в кронах деревьев

акустическое устройство, чтобы уловить звуки работающей бензопилы, которые обрабатываются и могут служить основанием для проведения проверки³.

Для защиты лесов от незаконных рубок также важна система отслеживания незаконного оборота древесины – приложения Timberer» (Эстония), «Хулне» (Германия) позволяют отслеживать грузы по всей логистической цепочке. Технологии дистанционного зондирования и искусственный интеллект также используются для инвентаризации леса: например, немецко-финская компания Collective Crunch разработала платформу искусственного интеллекта, получившую название «Linda Forest», которая прогнозирует массу, породу и качество древесины на целевых участках гораздо точнее, чем любые существующие традиционные методы.

Важным аспектом является наличие большого массива актуальных данных о лесах. В настоящее время в Финляндии данные национальной инвентаризации лесов и результаты анализа спутниковых изображений обрабатываются в целях формирования региональной статистики и сопоставимых временных рядов. Эти данные используются для проверки деятельности на выбранных лесных участках, управления качеством реализации бизнес-стратегий, осуществления политики в области лесного хозяйства. Также авторы исследования [7] отмечают, что качественные данные повышают экономическую эффективность и конкурентоспособность лесного сектора.

В работе А.В. Евченко и Ю.В. Вертаковой [8] отмечается, что в развитии цифровых технологий в лесном хозяйстве в России заинтересованы все участники – от пользователей ресурсами до органов государственной власти. Приоритетными задачами цифровизации российского лесного комплекса являются актуализация данных о количестве и качестве лесных ресурсов, борьба с незаконным оборотом древесины и лесными пожарами. На сегодняшний день создана Единая государственная автоматизированная информационная система учета древесины и сделок с ней (ЛесЕГАИС)⁴. Российскими разработчиками также создана государственная информационная система «ЛесФонд»: по оценкам, ее использование может сократить финансовые затраты на лесоустроительные работы почти в два раза [3].

³Rainforest Connection. URL: <https://rfcx.org/>

⁴Единая государственная автоматизированная информационная система учета древесины и сделок с ней. URL: <https://lesegais.ru/?ysclid=173m30f7y5737441968>

Одним из примеров реализации технологии искусственного интеллекта может служить приложение «Термические точки», разработанное МЧС России. На основе данных дистанционного зондирования Земли составляется карта термических аномалий, а модель искусственного интеллекта оценивает вероятность пожара и его опасность. Приложение позволяет оперативно получать информацию об очагах пожаров и, соответственно, сократить время на их ликвидацию и сопутствующий ущерб⁵.

Другой пример – система дистанционного мониторинга и управления «Лесохранитель», которая предполагает комплексное использование авиационного, космического, наземного и автоматизированного видеомониторинга для обнаружения, точного определения координат и оповещения о пожаре⁶. В настоящее время система используется более чем в пятидесяти регионах России, в том числе в Красноярском крае.

Заслуживает внимания система «Лесвосток», которая представляет собой цифровой сервис для инвесторов в лесной отрасли. Система позволяет увидеть запас древесины, в том числе той, которая доступна для вырубki в соответствии с действующим законодательством; также возможно построение прогнозов лесоизменений, основанных на технологии искусственного интеллекта. Программное обеспечение позволяет сразу рассчитать стоимость аренды лесного участка и оформить заявку на аукцион. В настоящее время оцифрованы и включены в систему 108 млн га леса Хабаровского и Забайкальского краев⁷.

Второе направление цифровизации в области экологии – мониторинг состояния окружающей среды. Цифровые технологии совершенствуют способы измерения, контроля и управления загрязнением. В первую очередь речь идет о контроле качества атмосферного воздуха.

В настоящее время существует большое количество международных и национальных платформ для мониторинга качества воздуха. Например, Всемирная экологическая система мониторинга воздуха «GEMS Air» объединяет данные о качестве воздуха по содержанию взвешенных частиц,

⁵ Сурина Г.П., Васильев Н.А. Применение технологий нейросетей для прогнозирования лесопожарной обстановки. В кн.: Актуальные вопросы пожаротушения: сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2021. С. 91–97.

⁶ Система дистанционного мониторинга и управления «Лесохранитель». URL: <https://lesohranitel.ru/>

⁷ ЛЕСВОСТОК.РФ. URL: <https://xn--b1afqbrascj.xn--p1ai/>

полученные от проектов, инициированных государственными органами, природоохранными организациями и отдельными гражданами⁸. Платформа представляет собой карту мира, где в режиме реального времени отслеживаются содержание твердых частиц в воздухе, а также метеорологические характеристики.

Исследователь А. Фероз [9] подчеркивает, что зачастую проблемой является недостаточное количество станций мониторинга воздуха, что приводит к их неравномерному распределению по территории. В свою очередь, это позволяет получить лишь агрегированные данные о загрязнении воздуха, но затрудняет принятие управленческих решений, особенно касающихся защиты здоровья населения, для которых важны концентрации загрязняющих веществ на определенной, довольно ограниченной территории. Частично для решения этой проблемы применяются спутниковые технологии, однако в данном случае фиксация загрязнения происходит с недостаточной частотой.

Особое значение для контроля качества атмосферного воздуха приобретает использование различных устройств, датчиков, то есть технологий Интернета вещей [10]. Например, в Лондоне действует проект «Breathe London», предполагающий установку датчиков в школах, больницах, на фонарных столбах по всему городу, которые можно приобрести в том числе самостоятельно⁹. Аналогичная система была реализована и в Штутгарте, когда каждый желающий мог приобрести специальный сенсор, установить его на своем доме и передавать данные на сервер. Позднее этот проект распространился на 74 страны, и к настоящему моменту на карте отображаются данные с более чем 13 тыс. сенсоров¹⁰.

Система официального и общественного мониторинга атмосферного воздуха действует и в России: официальный мониторинг осуществляется на специально оборудованных станциях Росгидромета, а общественный – инициативными гражданами и объединениями с применением различных датчиков и сенсоров. Примером реализации общественной инициативы может служить созданная в Красноярске в 2017 г. система гражданского мониторинга качества воздуха «Небо», представляющая собой сбор данных с большого количества датчиков, на основе которых оценивается индекс качества воздуха. Результат оценки отображается на открытой платформе, представляющей собой карту города.

⁸ World Environment Situation Room. URL: <https://wesr.unep.org/airvisual>

⁹ Breathe London. URL: <https://www.breathelondon.org>

¹⁰ Sensor. Community. URL: <https://sensor.community/ru/>

Третья сфера в рамках отрасли экологии и природопользования, где активно внедряются цифровые технологии – система обращения с отходами. Основные проблемы, решаемые в этом случае, следующие:

- выявление незаконных свалок;
- оптимизация логистических цепочек;
- оснащение контейнеров для сбора отходов датчиками накопления;
- внедрение интеллектуальных систем на этапе сортировки отходов.

Примерами цифровых решений в данной сфере могут служить система сортировки отходов на основе искусственного интеллекта «Oskar» (Канада); роботы-сортировщики (Барселона, Испания); программа по утилизации отходов «Clean» (Сеул, Южная Корея), в рамках которой контейнеры были оснащены датчиками наполняемости, что позволило снизить затраты на транспортировку мусора [11]. В целом разработкой соответствующего оборудования и программного обеспечения занимается большое количество компаний, объем рынка цифровых технологий в сфере обращения с отходами ежегодно растет и в 2020 г. составил около 360 млн долл. США.

Другим направлением цифровизации сферы обращения с отходами является совершенствование системы учета отходов для получения более достоверных данных об их количестве и составе. Например, в Швеции применяется система, при которой происходит автоматизированное взвешивание контейнеров, что позволяет лучше планировать инфраструктуру сбора отходов [12].

В России цифровизация сферы обращения с отходами только начинает развиваться. Например, в 2021 г. в Москве началось тестирование автоматизированной сортировки мусора. Несколько российских компаний («Wasteout», «GoodWan», «Mikron») производят датчики для мусорных контейнеров, которые внедряются преимущественно в Москве как элементы системы «умный город». Важную роль цифровые технологии играют также в метеорологии, позволяя предсказывать опасные явления и процессы, такие как наводнения, землетрясения, лесные пожары. Отмечается, что точность прогноза погоды, полученного с использованием искусственного интеллекта, выше, чем в случае использования традиционных методов [13]. Приведенные примеры показывают важность развития цифровых технологий для решения многих задач отрасли.

Стоит отметить, что в некоторых сферах, таких как обращение с отходами или управление лесным комплексом в части прогнозирования запасов древесины, запрос на цифровые технологии, скорее, должен исходить от бизнеса, так как внедрение таких решений позволяет повышать экономическую эффективность деятельности. Что касается мониторинга качества атмосферного воздуха, защиты леса от пожаров, вредителей и незаконной вырубki, то это в большей степени интересы государства, а значит, эти вопросы должны находить соответствующее отражение в программных документах.

Достигнутый уровень цифровизации отрасли экологии и природопользования в Красноярском крае

В силу того, что развитие цифровых технологий стало приоритетным направлением сравнительно недавно, в системе официального статистического учета представлено небольшое количество показателей использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), по которым косвенно можно судить о степени цифровизации отраслей. Статистические данные также представлены в разрезе видов экономической деятельности в соответствии с ОКВЭД, а в случае экологии и природопользования такой подход неудобен. Среди видов экономической деятельности, относящихся к отрасли природопользования и экологии, можно выделить:

- добычу полезных ископаемых (отождествление этого вида деятельности с природопользованием не вполне корректно, так как технологии, применяемые при непосредственной добыче полезных ископаемых, относятся, скорее, к промышленности);
- водоснабжение; водоотведение, организацию сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений;
- лесоводство и лесозаготовки.

По такому показателю, как использование персональных компьютеров и локальных вычислительных сетей, наблюдается рост, однако рассматриваемые виды деятельности отстают от среднего значения по экономике (за исключением лесоводства и лесозаготовок). По виду деятельности «водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений» фиксируется значительное отставание: локальные вычислительные сети используются менее чем в половине организаций (табл. 1). Наиболее

широко информационно-коммуникационные технологии используются в таких видах деятельности, как добыча угля и сбор, обработка и утилизация отходов, обработка вторичного сырья, а в наименьшей степени эти технологии применяются при заборе, очистке и распределении воды.

Важным показателем развития информационных и коммуникационных технологий является наличие у организации сайта. Данные о доле организаций соответствующих видов деятельности, имеющих сайт, представлены в *табл. 2*. По всем рассматриваемым видам деятельности можно отметить отставание от среднего уровня по экономике. Только около трети организаций имеют свой сайт, что является низким показателем и затрудняет доступ к актуальной информации об их деятельности для всех заинтересованных лиц. Наиболее высокие показатели наблюдаются по добыче угля, так как этот вид деятельности, как правило, представлен крупными недропользователями – акционерными обществами, которые обязаны раскрывать информацию о своей деятельности, в то время как самый низкий показатель наблюдается по лесозаготовкам, где сложилась обратная ситуация – отсутствие крупных «игроков».

В *табл. 3* представлен показатель, характеризующий использование систем электронного документооборота. Применение таких систем должно сокращать время обработки документов и количество используемой бумаги. Организации, использующие электронный документооборот, составляют около половины от общего числа организаций рассматриваемых видов деятельности, что ниже среднего уровня и явно недостаточно.

Затраты на внедрение и использование цифровых технологий представлены в основном незначительными суммами (*табл. 4*). Распределение затрат на информационные и коммуникационные технологии отличается в зависимости от видов экономической деятельности, однако можно отметить общую негативную черту – низкая доля затрат на обучение сотрудников, связанное с развитием и использованием информационных и коммуникационных технологий (менее 1%). Недостаточная кадровая обеспеченность является существенным риском для реализации стратегии цифровизации.

Важными индикаторами цифровой зрелости являются также перевод государственных услуг, предоставляемых в отрасли, в электронный вид и их востребованность среди населения. Доля населения, использующего Интернет для получения государственных и муниципальных услуг по направлению «природа и экология», составляет менее 1%, в то время как по экономике в целом – около 80%. Частично это объясняется тем, что круг

пользователей этими услугами ограничен: к этому виду услуг относят получение охотничьего билета, выдачу разрешений, заключений и квот в отношении недр, водных ресурсов и т.п. С другой стороны, это может говорить о том, что слишком малое число оказываемых в отрасли услуг переведено в электронный вид. Существует несколько возможностей проанализировать данный аспект.

На сайте Государственных услуг Красноярского края для каждого ведомства указано общее количество оказываемых государственных услуг и представлен перечень тех из них, которые можно получить онлайн. Например, Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края оказывает 20 видов услуг, из которых 11 можно получить онлайн (55%). Для Министерства лесного хозяйства Красноярского края значения равны 5 и 2 услугам соответственно (40%). Однако при более детальном анализе были обнаружены расхождения в перечнях услуг, вследствие чего доля электронных услуг может быть оценена некорректно. Несмотря на расхождения в данных, можно сказать, что около половины государственных услуг в сфере экологии и природопользования оказывается в электронном виде.

На данном этапе можно сделать вывод, что в Красноярском крае для отрасли «экология и природопользование» актуальны те же проблемы, что и в России в целом:

- низкий уровень электронного документооборота, а значит, преимущественное использование бумажных носителей информации, что повышает трудоемкость и снижает оперативность получения необходимых данных;
- недостаточная цифровизация оказания государственных услуг;
- низкие затраты на обучение персонала, связанное с развитием и использованием информационных и коммуникационных технологий.

Остальные аспекты цифровизации отрасли не отражены в официальных статистических источниках, поэтому информацию о них целесообразно рассматривать с точки зрения реализации мероприятий Стратегии в области цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Красноярского края (далее – Стратегия цифровой трансформации)¹¹.

¹¹ Стратегия в области цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Красноярского края.

URL: http://digital.krskstate.ru/dat/bin/art/51619_strategiy_po_rct.pdf

Перспективные направления цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования в Красноярском крае

Поскольку отрасль «экология и природопользование» не относилась к обязательным при разработке региональных стратегий цифровой трансформации экономики, то в 30 регионах России из 83¹² она не представлена. К этим регионам преимущественно относятся области Центральной России, а также многие национальные республики. Очевидно, что для Красноярского края в силу развитости отраслей природопользования и наличия экологических проблем, развитие отрасли в рамках региональной Стратегии цифровой трансформации предполагает решение большого круга задач. Для их решения запланирована реализация десяти проектов, которые условно можно разделить на несколько групп:

- эксплуатация федеральных государственных информационных систем (ФГИС) в сфере управления природными ресурсами;
- создание и развитие региональных информационных систем;
- перевод государственных услуг в электронный вид;
- развитие применения цифровых технологий в лесном комплексе.

Эксплуатация, разработка и совершенствование информационных систем составляют основной блок задач, предусмотренных Стратегией цифровой трансформации Красноярского края. Развитие государственных информационных систем подробно отражено и в федеральных документах стратегического планирования в области природопользования и охраны окружающей среды. Их использование должно обеспечить своевременный доступ к качественной информации о состоянии окружающей среды для органов власти, принимающих управленческие решения, научного сообщества и населения¹³.

Общая структура информационного пространства экологии и природопользования включает развитие информационных систем по всем ключевым направлениям:

- управление водными, лесными, охотничьими, рекреационными ресурсами;
- недропользование;

¹² По двум регионам (Москве и Тверской области) нет данных.

¹³ Бюллетень Счетной палаты РФ. Экологические ГИС.

URL: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/fdf/fdfa306ca7498d6522d5100d4a76c670.pdf#page=3>

- гидрометеорология и мониторинг окружающей среды;
- обращение с отходами.

Предполагается, что по некоторым направлениям регионы переходят на федеральные информационные системы, а по другим – разрабатывают собственные. Полный переход на федеральные системы запланирован в сфере недропользования, и для этих систем регионы выступают пользователями информации и поставщиками данных. Степень вовлеченности региона в эту работу можно оценить по количеству предоставленных данных. Например, в Федеральную государственную автоматизированную систему «Автоматизированная система лицензирования недропользования» (ФГИС «АСЛН») органы власти субъекта Российской Федерации должны вносить сведения об участках недр местного значения и лицензиях на их использование, а также сведения о границах площадей залегания полезных ископаемых, запасы которых поставлены на Государственный баланс.

На июнь 2022 г. в Красноярском крае в Реестре действующих лицензий на участки недр местного значения содержалось 645 объектов¹⁴. В Государственный реестр участков недр, предоставленных в пользование, и лицензий на пользование недрами, формируемый на основе данных ФГИС «АСЛН»¹⁵, были включены данные о 24 участках недр местного значения Красноярского края, что составляет 3,7% от общего их числа. Несмотря на такой низкий уровень, стоит заметить, что работа по внесению данных в систему только началась.

В Красноярском края также осуществляется работа по развитию региональных информационных систем. В сфере управления лесным комплексом действует государственная информационная система Красноярского края «ЛесФондGEO». Система позволяет указывать на карте текущие изменения в лесном фонде Красноярского края, дает возможность вести поведельную базу данных лесничества, формировать отчетные формы государственного лесного реестра и статистических документов, актуализировать картографию с другими базами и сервисами.

В сфере регулирования охотохозяйственной деятельности в Красноярском крае действует ГИС «Охотники». Эта информационная система, обеспечивающая прием заявлений на выдачу и аннулирование охотничьих

¹⁴ Красноярский край. Министерство экологии и рационального природопользования. Реестр действующих лицензий. URL: <http://mpr.krskstate.ru/page7036/page7039/page14105>

¹⁵ Государственный реестр участков недр, предоставленных в пользование, и лицензий на пользование недрами. URL: <https://rfgf.ru/ReestrLic/>

билетов единого федерального образца, учет выданных охотничьих билетов, была введена в эксплуатацию в 2019 г. Кроме того, на территории Красноярского края организована система радиационного мониторинга путем создания в 2006 г. краевой автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (КрасАСКРО), которая участвует в информационном обмене данными в рамках Единой государственной автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации (ЕГАСМРО)¹⁶.

Ключевым направлением для Красноярского края должно быть развитие системы мониторинга состояния окружающей среды. Красноярский край – один из лидеров по объемам выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; пять городов края характеризуются высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха; доля населения, проживающего в таких условиях, составляет 58%¹⁷. В настоящий момент региональный мониторинг окружающей среды в Красноярском крае представлена Краевой ведомственной информационно-аналитической системой, которая объединяет данные о состоянии окружающей среды (КВИАС) и включает 14 автоматизированных постов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха. Государственная программа Красноярского края «Охрана окружающей среды, воспроизводство природных ресурсов» предусматривает создание еще трех автоматизированных постов: в Лесосибирске (2022 г.), в Назарово (2023 г.), в Шарыпово (2024 г.). Очевидно, что имеющихся и перспективных точек для получения информации крайне недостаточно, следовательно, сложившаяся система мониторинга не может обеспечить доступ к качественным и достоверным данным о состоянии окружающей среды и снижает возможность принятия управленческих решений на их основе.

Как отмечалось ранее, в Красноярске была создана система гражданского мониторинга качества воздуха «Небо». Исследования показали, что данные, полученные с помощью системы «Небо», в целом совпадают с результатами спутниковых измерений [14]. Однако такая система действует только в нескольких городах края и могла бы быть расширена в рамках цифровой трансформации экономики с использованием технологий интернета вещей, однако Стратегия цифровой трансформации Красноярского края не предусматривает реализацию таких проектов.

¹⁶ Постановление Правительства Красноярского края «Об утверждении государственной программы Красноярского края «Охрана окружающей среды, воспроизводство природных ресурсов» от 30.09.2013 № 512-п от 25.04.2022. URL: <https://docs.cntd.ru/document/465804334>

¹⁷ Ежегодник «Состояние загрязнения атмосферы на территории России за 2020 г. URL: http://voeikovmgo.ru/images/stories/publications/2021/ejegodnik_zagr_atm_2020.pdf

Второе направление развития цифровых технологий – перевод государственных услуг в электронный вид. На данный момент количество услуг, оказываемых онлайн, не является достаточным. Стратегией цифровой трансформации запланировано увеличение их доли к 2024 г. до 95% в сфере лесных отношений и до 50% – в сфере регулирования охотохозяйственной деятельности. Соответствующая работа уже ведется, и можно полагать, что целевые показатели будут достигнуты.

Третья группа проектов цифровой трансформации в отрасли экологии и природопользования в Красноярском крае касается управления лесным комплексом. Согласно Концепции развития лесной отрасли Красноярского края, на территории проводится работа по нескольким направлениям. Внедрена и используется ведомственная информационная система «Управление лесным фондом и администрирование поступлений в бюджетную систему Российской Федерации»; организовано взаимодействие с Роскосмосом для получения результатов дистанционного зондирования Земли. Используются также государственная информационная система «ЛесФондГЕО», система дистанционного мониторинга и раннего обнаружения лесных пожаров «Лесохранитель». В рамках Национального проекта «Экология» приобретаются беспилотные летательные аппараты (квадрокоптеры), которые будут задействованы для патрулирования территории и раннего обнаружения лесных пожаров.

Развитие флота беспилотных летательных аппаратов и анализ данных дистанционного зондирования Земли также входят в число проектов, предусмотренных краевой Стратегией цифровой трансформации. Можно сказать, что в лесном комплексе Красноярского края применяются или запланированы к применению все современные элементы управления комплексом. Однако внедрение цифровых технологий происходит медленно. Действующие программные продукты имеют узкую специализацию, разобщены и часто неудобны в использовании, а отсутствие общего направления развития информационных систем, применяемых Федеральным агентством лесного хозяйства (Рослесхозом) и органами власти субъектов Российской Федерации приводит к тому, что каждая структура внедряет и развивает собственные информационные системы, что ограничивает развитие единой автоматизированной информационной системы в области освоения лесов.

Внедрению цифровых технологий также препятствует отсутствие транспортной инфраструктуры, что делает процесс установки различных датчиков в лесах трудозатратным и дорогим, а иногда невозможным. Вторая

проблема, связанная с развитием лесного комплекса в целом и, в частности, с его цифровизацией, – дефицит квалифицированных кадров. Также риском, влияющим на реализацию запланированных мероприятий, в текущей обстановке может быть зависимость от импортного оборудования.

Залогом успешной реализации Стратегии цифровой трансформации является согласованность ее задач с другими программными документами Красноярского края. На данный момент в сфере экологии и природопользования действуют Стратегия развития лесного комплекса Красноярского края до 2030 года¹⁸, Государственная программа Красноярского края «Охрана окружающей среды, воспроизводство природных ресурсов»¹⁹ и «Региональная программа в области обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, в Красноярском крае на 2018–2035 годы»²⁰.

В Стратегии развития лесного комплекса низкий процент вовлечения отрасли в процесс цифровизации рассматривается в качестве одного из рисков, сдерживающих развитие комплекса. Цифровизации также посвящен отдельный пункт в разделе, посвященном направлениям развития лесного комплекса. В этом пункте перечислены конкретные мероприятия, которые частично повторяют те, что предусмотрены Стратегией цифровой трансформации, а также дополняют их. Однако Стратегия развития лесного комплекса не содержит целевых индикаторов, характеризующих процессы цифровизации.

Государственная программа Красноярского края «Охрана окружающей среды, воспроизводство природных ресурсов» не содержит специализированных разделов, посвященных вопросам цифровизации, однако некоторые мероприятия относятся к этой сфере:

- развитие информационно-измерительных систем контроля и мониторинга радиационной обстановки;
- создание и обеспечение функционирования автоматизированных постов наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха.

¹⁸ Стратегия развития лесного комплекса Красноярского края до 2030 года.
URL: <http://mlx.krskstate.ru/dat/File/57/dokumenty/Proekt%20Strategii.pdf>

¹⁹ Красноярский край. Официальный портал. Паспорт государственной программы «Охрана окружающей среды, воспроизводство природных ресурсов».
URL: <http://www.krskstate.ru/realization/gosprog/0/id/16520>

²⁰ Постановление Правительства Красноярского края от 30.08.2018 № 497-п «Об утверждении региональной программы в области обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, в Красноярском крае на 2018–2035 годы».
URL: <https://docs.cntd.ru/document/550184576?ysclid=l73mzgilyr578747674>

Этим мероприятиям также соответствуют целевые показатели реализации программы по обеспечению стабильной работы систем и оборудования и созданию новых автоматизированных постов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в трех городах края. При этом в Стратегии цифровой трансформации это направление не отражено.

Отметим, что в таком документе, как «Региональная программа в области обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, в Красноярском крае на 2018–2035 годы», не отражены вопросы, связанные с цифровизацией. Сфера обращения с отходами имеет большой потенциал для внедрения цифровых технологий; в Стратегии цифровой трансформации поставлена задача создания мобильного приложения «Мониторинг раздельного накопления отходов», для реализации которого запланировано оснащение контейнерного оборудования датчиками раздельного накопления. Реализация проекта не начата.

Таким образом, наблюдается отсутствие единого подхода к решению задач цифровой трансформации в разных документах стратегического планирования, что может негативно сказаться на эффективности ее реализации.

Выводы

Отрасль экологии и природопользования в Красноярском крае уже включена в процессы цифровизации: действуют информационные системы по всем основным направлениям, происходит перевод государственных услуг в электронный вид, применяются технологии дистанционного зондирования Земли и беспилотные летательные аппараты. Тем не менее, по некоторым направлениям текущий уровень цифровизации отрасли остается низким. В первую очередь это касается системы мониторинга состояния атмосферного воздуха: существующих точек контроля воздуха недостаточно для эффективного управления в этой сфере, а действующие стратегические документы не уделяют проблеме должного внимания.

Также низкий уровень цифровизации сдерживает развитие лесного комплекса. Однако в отрасли запланировано и реализуется значительное количество мероприятий по развитию применения цифровых технологий, а проблемы носят, скорее, общесистемный характер: наличие труднодоступных территорий, недостаточное количество квалифицированных кадров, преобладание в отрасли бумажного документооборота, большое количество ведомств и, соответственно, разрозненных программных продуктов.

Анализ программ развития отдельных направлений в области экологии и природопользования показал, что в отрасли нет единого вектора решения задач цифровизации, что может негативно сказаться на итогах цифровой трансформации. В целом при успешном выполнении всех запланированных проектов будут решены многие проблемы отрасли, что позволит оперативно принимать управленческие решения на основе достоверных данных и сократить вред, наносимый окружающей среде и здоровью населения, а также будет способствовать реализации национальных интересов в области экологической безопасности и устойчивого развития.

Таблица 1

Использование вычислительной техники в организациях Красноярского края в 2017–2020 гг.

Table 1

Use of computer technology in organizations of the Krasnoyarsk Krai in 2017–2020

Вид экономической деятельности	Доля организаций, использовавших персональные компьютеры, %			
	2017	2018	2019	2020
Добыча полезных ископаемых	93,2	89	82,5	63,1
Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	81,5	86,8	86,4	76,5
Лесоводство и лесозаготовки	92,1	94,9	95,3	95,1
Всего	93,2	94,3	93,8	80,1

Продолжение

Вид экономической деятельности	Доля организаций, использовавших локальные вычислительные сети, %			
	2017	2018	2019	2020
Добыча полезных ископаемых	81,1	69,5	61,3	45,9
Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	41,5	41,8	48,5	45,6
Лесоводство и лесозаготовки	66,3	66,3	64,7	63,4
Всего	60,2	64,3	65,2	56,3

Источник: данные Красноярскстата

Source: The Krasnoyarskstat data

Таблица 2

Использование глобальных информационных сетей в организациях Красноярского края в 2018–2020 гг.

Table 2

Use of global information networks in organizations of the Krasnoyarsk Krai in 2018–2020

Вид экономической деятельности	Удельный вес организаций, имевших веб-сайт, %		
	2018	2019	2020
По всем видам деятельности	46,8	50,2	41,7
Лесоводство и лесозаготовки	16,3	12,8	–
Лесозаготовки	11,5	5,9	23,1
Добыча полезных ископаемых	29,3	33,8	26,1
Добыча угля	44,4	54,5	63,6
Добыча сырой нефти и природного газа	–	–	–
Добыча металлических руд	29,4	33,3	–
Добыча прочих полезных ископаемых	18,2	28,6	–
Предоставление услуг в области добычи полезных ископаемых	31	31,3	28,3
Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	20,9	27,3	30,9
Забор, очистка и распределение воды	23,1	17,4	27,6
Сбор и обработка сточных вод	33,3	55,6	–
Сбор, обработка и утилизация отходов; обработка вторичного сырья	18,4	37,5	27,3
Предоставление услуг в области ликвидации последствий загрязнений и прочих услуг, связанных с удалением отходов	16,7	16,7	–

Источник: данные Красноярскстата

Source: The Krasnoyarskstat data

Таблица 3

Использование систем электронного документооборота в организациях Красноярского края в 2017–2020 гг.

Table 3

Use of electronic document management systems in organizations of the Krasnoyarsk Krai in 2017–2020

Вид экономической деятельности	2017	2018	2019	2020
Добыча полезных ископаемых	54,1	50	55	29,7
Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	52,3	40,7	59,1	41,2
Лесоводство и лесозаготовки	73,3	77,6	–	–
Всего	61,3	65,5	68,1	45,6

Источник: данные Красноярскстата

Source: The Krasnoyarskstat data

Таблица 4

Общие затраты на внедрение и использование цифровых технологий в организациях Красноярского края (2017–2020 гг.), млн руб.

Table 4

Expenses for the implementation and use of digital technologies in organizations of the Krasnoyarsk Krai in 2017–2020, million RUB

Вид экономической деятельности	2017	2018	2019	2020
Добыча полезных ископаемых	1 116	2 071,1	802,8	620,2
Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	181,1	169	181,5	252,8
Лесоводство и лесозаготовки	48,1	50,9	–	–

Источник: данные Красноярскстата

Source: The Krasnoyarskstat data

Список литературы

1. Nitoslawski S.A., Wong-Stevens K., Steenberg J.W.N. et al. The Digital Forest: Mapping a Decade of Knowledge on Technological Applications for Forest Ecosystems. *Earth's Future*, 2021, vol. 9, iss. 8. URL: <https://doi.org/10.1029/2021EF002123>
2. Синявский Н.Г. Риски цифровизации и экономическая безопасность лесного комплекса // Экономическая безопасность. 2020. Т. 3. № 3. С. 377–390. URL: <https://doi.org/10.18334/ecsec.3.3.110794>
3. Вертакова Ю.В., Крыжановская О.А., Евченко А.В. Совершенствование системы государственного управления лесами с учетом зарубежного опыта и российской практики цифровизации лесоустройства и лесопользования // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2020. Т. 10. № 2. С. 46–62. URL: https://swsu.ru/izvestiya/serieconom/archiv/2_2020.pdf
4. Жаворонкова Н.Г., Шпаковский Ю.Г. Правовые аспекты цифровизации лесной отрасли // Право и цифровая экономика. 2021. № 4. С. 77–83. URL: https://law-diec.msal.ru/wp-content/uploads/2022/02/PRAVO_14_2021-4_PRINT.pdf
5. Shivaprakash K.N., Swami N., Mysorekar S. et al. Potential for Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) Applications in Biodiversity Conservation, Managing Forests, and Related Services in India.

Sustainability, 2022, vol. 14, iss. 12.

URL: <https://doi.org/10.3390/su14127154>

6. *Dainelli R., Toscano P., Di Gennaro S.F., Matese A.* Recent Advances in Unmanned Aerial Vehicle Forest Remote Sensing – A Systematic Review. Part I: A General Framework. *Forests*, 2021, vol. 12, iss. 3.
URL: <https://doi.org/10.3390/f12030327>
7. *Kankaanhuhta V., Packalen T., Väättäinen K.* Digital Transformation of Forest Services in Finland – A Case Study for Improving Business Processes. *Forests*, 2021, vol. 12, iss. 6. URL: <https://doi.org/10.3390/f12060781>
8. *Евченко А.В., Вертакова Ю.В.* Анализ основных программно-стратегических документов в сфере использования цифровых технологий в управлении лесным хозяйством России // Естественно-гуманитарные исследования. 2020. № 27. С. 92–98.
URL: <https://doi.org/10.24411/2309-4788-2020-00017>
9. *Feroz A.K., Zo H., Chiravuri A.* Digital Transformation and Environmental Sustainability: A Review and Research Agenda. *Sustainability*, 2021, vol. 13, iss. 3. URL: <https://doi.org/10.3390/su13031530>
10. *Kanabkaew T., Mekbungwan P., Raksakietisak S., Kanchanasut K.* Detection of PM_{2.5} Plume Movement from IoT Ground Level Monitoring Data. *Environmental Pollution*, 2019, vol. 252, part A, pp. 543–552.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.05.082>
11. *Кузнецова О.В.* Тарифное регулирование сферы обращения с твердыми коммунальными отходами // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2021. Т. 12. № 2. С. 51–58.
URL: <https://doi.org/10.18287/2542-0461-2021-12-2-51-58>
12. *Колесников Р.В.* Совершенствования статистического обеспечения деятельности по управлению твердыми коммунальными отходами с использованием процессов цифровизации // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2021. № 4. С. 131–141. URL: <https://doi.org/10.17586/2310-1172-2021-14-4-131-141>
13. *McGovern A., Elmore K.L., Gagne II D.J. et al.* Using Artificial Intelligence to Improve Real-Time Decision-Making for High-Impact Weather. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 2017, vol. 98, iss. 10, pp. 2073–2090. URL: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-16-0123.1>

14. Lin C., Labzovskii L.D., Mak H.W.L. et al. Observation of PM_{2.5} Using a Combination of Satellite Remote Sensing and Low-cost Sensor Network in Siberian Urban Areas with Limited Reference Monitoring. *Atmospheric Environment*, 2020, vol. 227.

URL: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117410>

Информация о конфликте интересов

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

pISSN 2073-2872
eISSN 2311-875X

Economic Policy of the State

CHALLENGES AND PROSPECTS OF DIGITAL TRANSFORMATION OF THE ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES MANAGEMENT INDUSTRY: EVIDENCE FROM THE KRASNOYARSK KRAI

Ekaterina A. SYRTSOVA

Siberian Federal University (SibFU),
Krasnoyarsk, Russian Federation
ekoryakova@sfu-kras.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6000-8851>

Article history:

Article No. 344/2022
Received 18 July 2022
Received in revised
form 2 August 2022
Accepted 13 Aug 2022
Available online
15 September 2022

JEL classification:

O1, O38, Q58

Keywords: digital
transformation,
ecology, nature
management

Abstract

Subject. This article considers digital transformation as one of the prime objectives for the development of the Russian economy.

Objectives. The article aims to assess the impact of digital transformation on the solution of important environmental problems of the Krasnoyarsk Krai.

Methods. For the study, I used logical, comparative, and statistical analyses.

Results. The article assesses the completeness of the reflection of issues related to digitalization in the industry programme documents of the Krai.

Conclusions. The main problem hindering the digital technology use in the industry is low personnel staffing and resourcing. A unified approach to solving digital transformation problems in different strategic planning documents is required.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2022

Please cite this article as: Syrtsova E.A. Challenges and Prospects of Digital Transformation of the Environment and Natural Resources Management Industry: Evidence from the Krasnoyarsk Krai. *National Interests: Priorities and Security*, 2022, vol. 18, iss. 9, pp. 1655–1679.
<https://doi.org/10.24891/ni.18.9.1655>

Acknowledgments

The study was carried out within the framework of project № 2022030908431, *Development of a Methodology for Assessing the Effectiveness of the Implementation of Strategic Areas of Digital Transformation of Key Sectors of the Economy, Social Sphere and Public Administration of the Russian Federation Subjects: The Krasnoyarsk Krai Case Study*, supported by the Krasnoyarsk Regional Fund of Science and Technology Support within the framework of the regional competition, *Competition of Applied Research Projects and Innovative*

Solutions in the Interests of the Krasnoyarsk Krai's Advancement, on priority topics presented by government authorities and the Krasnoyarsk Krai local self-government.

References

1. Nitoslowski S.A., Wong-Stevens K., Steenberg J.W.N. et al. The Digital Forest: Mapping a Decade of Knowledge on Technological Applications for Forest Ecosystems. *Earth's Future*, 2021, vol. 9, iss. 8.
URL: <https://doi.org/10.1029/2021EF002123>
2. Sinyavskiy N.G. [Risks of digitalization and economic security of the timber complex]. *Ekonomicheskaya bezopasnost' = Economic Security*, 2020, vol. 3, no. 3, pp. 377–390. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.18334/ecsec.3.3.110794>
3. Vertakova Yu.V., Kryzhanovskaya O.A., Evchenko A.V. [Improving the system of State forest management taking into account foreign experience and Russian practice of digitalization of forest growth and management]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Sotsiologiya. Menedzhment = Proceedings of Southwest State University. Series: Economics, Sociology and Management*, 2020, vol. 10, iss. 2, pp. 46–62. URL: https://swsu.ru/izvestiya/serieconom/archiv/2_2020.pdf (In Russ.)
4. Zhavoronkova N.G., Shpakovskii Yu.G. [Legal aspects of digitalization of the forest industry]. *Pravo i tsifrovaya ekonomika = Law and Digital Economy*, 2021, no. 4, pp. 77–83.
URL: https://law-diec.msal.ru/wp-content/uploads/2022/02/PRAVO_14_2021-4_PRINT.pdf (In Russ.)
5. Shivaprakash K.N., Swami N., Mysorekar S. et al. Potential for Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) Applications in Biodiversity Conservation, Managing Forests, and Related Services in India. *Sustainability*, 2022, vol. 14, iss. 12.
URL: <https://doi.org/10.3390/su14127154>
6. Dainelli R., Toscano P., Di Gennaro S.F., Matese A. Recent Advances in Unmanned Aerial Vehicle Forest Remote Sensing – A Systematic Review. Part I: A General Framework. *Forests*, 2021, vol. 12, iss. 3.
URL: <https://doi.org/10.3390/f12030327>

7. Kankaanhuhta V., Packalen T., Väättäinen K. Digital Transformation of Forest Services in Finland – A Case Study for Improving Business Processes. *Forests*, 2021, vol. 12, iss. 6. URL: <https://doi.org/10.3390/f12060781>
8. Evchenko A.V., Vertakova Yu.V. [Analysis of the main program and strategic documents in the use of digital technologies in forest management in Russia]. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya = Natural-Humanitarian Studies*, 2020, no. 27, pp. 92–98. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24411/2309-4788-2020-00017>
9. Feroz A.K., Zo H., Chiravuri A. Digital Transformation and Environmental Sustainability: A Review and Research Agenda. *Sustainability*, 2021, vol. 13, iss. 3. URL: <https://doi.org/10.3390/su13031530>
10. Kanabkaew T., Mekbungwan P., Raksakietisak S., Kanchanasut K. Detection of PM_{2.5} Plume Movement from IoT Ground Level Monitoring Data. *Environmental Pollution*, 2019, vol. 252, part A, pp. 543–552.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.05.082>
11. Kuznetsova O.V. [Rates regulation of the sphere of solid municipal waste management]. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2021, vol. 12, no. 2, pp. 51–58. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.18287/2542-0461-2021-12-2-51-58>
12. Kolesnikov R.V. [Digitalization as a method of improving the statistical support of municipal solid waste management]. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ekonomika i ekologicheskii menedzhment*, 2021, no. 4, pp. 131–141. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.17586/2310-1172-2021-14-4-131-141>
13. McGovern A., Elmore K.L., Gagne II D.J. et al. Using Artificial Intelligence to Improve Real-Time Decision-Making for High-Impact Weather. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 2017, vol. 98, iss. 10, pp. 2073–2090. URL: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-16-0123.1>
14. Lin C., Labzovskii L.D., Mak H.W.L. et al. Observation of PM_{2.5} Using a Combination of Satellite Remote Sensing and Low-cost Sensor Network in Siberian Urban Areas with Limited Reference Monitoring. *Atmospheric Environment*, 2020, vol. 227.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117410>

Conflict-of-interest notification

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.