

оригинальная статья

Цифровые следы в экологии: опыт эмпирического исследования

Щекотин Евгений ВикторовичНовосибирский государственный университет экономики и управления, Новосибирск, Россия
<https://orcid.org/0000-0001-7377-0645>
e.v.shchekotin@edu.nsuem.ru**Дунаева Дарья Олеговна**Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
<https://orcid.org/0000-0002-6622-9882>**Басина Полина Александровна**Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
<https://orcid.org/0000-0001-7904-7394>**Вахрамеев Павел Сергеевич**Череповецкий государственный университет, Череповец, Россия
<https://orcid.org/0000-0002-8226-0265>

Поступила в редакцию 03.05.2023. Принята после рецензирования 22.05.2023. Принята в печать 24.05.2023.

Аннотация: Помимо собственно экологических данных (т. е. данных, которые были произведены и собраны профессиональными экологами для решения определенных экологических задач), для изучения экологических проблем могут использоваться и другие источники открытых данных. Например, данные, созданные пользователями для иных целей и извлеченные из социальных медиа, могут использоваться для изучения биоразнообразия, экологического мониторинга, анализа экологических практик и решения многих других задач. Рассматривается возможность использования цифровых следов пользователей в социальных сетях для изучения экологических проблем. Анализируется и обобщается опыт такого рода исследований. Представлены результаты эмпирического исследования сообщений в социальной сети ВКонтакте о качестве атмосферного воздуха в г. Череповец. Методология включает в себя отбор релевантных сообществ в социальной сети ВКонтакте, относящихся к г. Череповец; выгрузку и автоматическую классификацию сообщений; анализ данных методом тематического моделирования и контент-анализ. Было выделено 48 сообщений, затрагивающих проблему качества атмосферного воздуха в г. Череповец. Для дальнейшего анализа выбранных текстов использовалась платформа для анализа данных PolyAnalyst. Исследование охватывает период с 01.01.2020 по 31.10.2022. Представлено 4 наиболее популярных сообщения, в которых обсуждается проблематика качества атмосферного воздуха. Наиболее часто встречающиеся словосочетания в выделенном датасете: *загрязняющее вещество, атмосферный воздух, вредное вещество, выброс аммиака, жидкие комплексные удобрения, концентрация аммиака*. Выделены организации, которые встречаются в данном наборе сообщений. Результаты дают представление об оценках пользователями социальной сети ВКонтакте качества атмосферного воздуха в г. Череповец. Социальные сети могут служить хорошим инструментом для оперативного мониторинга интереса к экологическим проблемам, т. к. они прочно занимают первое место в формировании экологической повестки, опережая телевидение и другие источники информации. По данным опроса Общероссийского народного фронта, проведенного в конце 2020 г. среди жителей г. Череповец, грязным воздух назвали 0 % опрошенных, чистым – 40 %. Тот факт, что 0 % респондентов оценили воздух как грязный, вызывает определенные вопросы, т. к. по меньшей мере раз в неделю загрязнение воздуха по данным этого же опроса ощущает 41 % жителей.

Ключевые слова: качество воздуха, интернет-экология, цифровые следы, социальные сети, ВКонтакте, интеллектуальный анализ данных, моногорода, Череповец

Цитирование: Щекотин Е. В., Дунаева Д. О., Басина П. А., Вахрамеев П. С. Цифровые следы в экологии: опыт эмпирического исследования. *Виртуальная коммуникация и социальные сети*. 2023. Т. 2. № 4. С. 255–263. <https://doi.org/10.21603/2782-4799-2023-2-4-255-263>

full article

Digital Footprints in Ecology: Empirical Research

Evgeniy V. Shchekotin

Novosibirsk State University of Economics and Management, Novosibirsk, Russia

<https://orcid.org/0000-0001-7377-0645>

e.v.shchekotin@edu.nsuem.ru

Darya O. Dunaeva

Tomsk State University, Tomsk, Russia

<https://orcid.org/0000-0002-6622-9882>

Polina A. Basina

Tomsk State University, Tomsk, Russia

<https://orcid.org/0000-0001-7904-7394>

Pavel S. Vakhrameev

Cherepovets State University, Cherepovets, Russia

<https://orcid.org/0000-0002-8226-0265>

Received 3 May 2023. Accepted after peer review 22 May 2023. Accepted for publication 24 May 2023.

Abstract: In addition to the environmental data (i.e., data that has been produced and collected by professional ecologists to solve certain environmental problems), other sources of open data can be used to study environmental problems. For example, data created by users for other purposes and extracted from social media can be used to study biodiversity, monitor environment and analyze environmental practices. The article represents a summary of such an empirical study that featured messages about air pollution in the city of Cherepovets published in the VKontakte social network. The study covered the period from January 01, 2020, to October 31, 2022. The methodology included the following steps: selecting relevant network communities; uploading and classifying the relevant messages; thematic modeling and content analysis. The sample included 48 messages that introduced the problem of air pollution in Cherepovets. The PolyAnalyst data analysis platform revealed the following most common phrases: polluting substance, atmospheric air, harmful substance, ammonia emission, liquid complex fertilizers, ammonia concentration. The article also contains a list of industrial enterprises mentioned as polluting agents. The results illustrate the opinions of social net users about the quality of air in Cherepovets. It can be concluded that social networks might help monitor the interest in environmental problems, because they shape the environmental agenda ahead of television and other information sources.

Keywords: air quality, internet ecology, digital footprints, social networks, VKontakte, data mining, monotowns, Cherepovets

Citation: Shchekotin E. V., Dunaeva D. O., Basina P. A., Vakhrameev P. S. Digital Footprints in Ecology: Empirical Research. *Virtual Communication and Social Networks*, 2023, 2(4): 255–263. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/2782-4799-2023-2-4-255-263>

Введение

Процесс цифровизации, глубоко проникший в промышленность, бизнес, государственное управление, повседневную жизнь людей, неизбежно затрагивает и научное познание. Изменение общества требует изменения подходов к его познанию. Новая эпистемология опирается на вычислительные технологии, позволяющие анализировать большие объемы данных. Тема применения больших данных и интеллектуального анализа данных в различных научных областях очень активно обсуждается уже полтора десятка лет. Большие данные имеют большие перспективы и в такой научной области, как экология

[LaDeau et al 2017]. Экоинформатика, основанная на использовании вычислительных технологий применительно к экологическим данным, развивается уже не одно десятилетие [Lin 2020].

Помимо собственно экологических данных (т. е. тех, которые были произведены и собраны профессиональными экологами для решения определенных экологических задач), для изучения экологических проблем могут использоваться и другие источники открытых данных. Например, данные, созданные пользователями для иных целей и извлеченные из социальных медиа, могут использоваться

для изучения биоразнообразия, экологического мониторинга, анализа экологических практик и решения многих других задач.

В качестве объекта исследования мы выбрали г. Череповец. Этот город включен в перечень моногородов¹, градообразующим предприятием является один из крупнейших комбинатов черной металлургии – Череповецкий металлургический комбинат. Череповец является довольно крупным по численности населения городом (по данным на 01.01.2021 – 312 тыс. жителей). Поэтому мы предположили, что объем данных, которые генерируют пользователи из этого города в социальной сети ВКонтакте, также будет достаточно большим для того, чтобы можно было использовать автоматический анализ данных. На начало 2021 г. в соцсети ВКонтакте было зарегистрировано почти 174 тыс. пользователей из г. Череповец. Уровень проникновения ВКонтакте составляет 56 %.

Также г. Череповец часто упоминается в научных публикациях как город со сложной экологической обстановкой, особенно загрязнением атмосферного воздуха. Череповец включен в число участников федерального проекта «Чистый воздух»², который направлен на улучшение экологической обстановки и снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Это позволило нам предположить, что экологическая повестка заведомо актуальна для жителей этого города, и, соответственно, этой теме будет посвящено много публикаций в социальной сети ВКонтакте. Мы сфокусировались на поиске и анализе сообщений, которые затрагивают проблему качества атмосферного воздуха.

Необходимо отметить, что качество воздуха является не только экологической, но и социальной проблемой, т. к. качество атмосферного воздуха непосредственно влияет на качество жизни людей. Исследования показывают, что загрязнение воздуха выступает фактором, неблагоприятно влияющим на здоровье местного населения и тем самым на экологическую составляющую качества жизни [Белик, Камдина 2018; Васенина, Сушко 2020]. Кроме прямых негативных последствий для здоровья, загрязнение воздуха может стать причиной дискомфорта, снижения субъективного качества жизни из-за неприятного запаха. Эта проблема

практически не исследована в научной литературе, хотя и является весьма острой.

Идея использования нетрадиционных источников данных для изучения различных аспектов экологических проблем достаточно нова. Впервые эту идею озвучила группа авторов во главе с Р. Дж. Ледлом в рамках программы исследований, которую они обозначили термином *экологическая культуромика* [Ladle et al. 2016]. В своей статье Р. Дж. Ледл с соавторами выступили с предложением использовать новые исследовательские возможности, которые предлагает культуромика [Michel et al. 2011], для решения ряда задач, связанных с охраной окружающей среды. На рубеже 2020-х гг. И. Ярич с соавторами выдвинули более широкую исследовательскую программу – *интернет-экология (iEcology)*, которая включает в себя не только экологическую культуромику, т. е. исследование взаимодействия человека и природы с помощью нетипичных данных (цифровых следов, онлайн-платформ и т. п.), но и изучение непосредственно биологических процессов, которые происходят в природе независимо от человека [Jarić et al. 2020; 2021].

Сегодня это направление очень бурно развивается в первую очередь вследствие развития информационно-коммуникативных технологий, которые открывают новые исследовательские перспективы. Однако необходимо отметить, что эти исследования проводятся в рамках социальных наук, вызывая мало интереса со стороны академических экологов. Тем не менее спектр тем, которые исследуются с помощью социальных сетей, крайне широк – от изучения миграций акул [Boldrocchi, Storai 2021], мониторинга биоразнообразия [Chamberlain 2018] и оценки культуральных экосистемных услуг [Hale et al. 2019] до анализа последствий аномальной жары [Young et al. 2021].

В отечественной социологии данное направление также вызывает интерес исследователей, но имеется определенная специфика. Российские социологи изучают на материалах социальных сетей прежде всего вопросы эоактивизма и экологических протестных акций. Например, С. В. Расторгуев и Ю. С. Тянь исследуют взаимосвязь между активностью в онлайн-сообществах экологической направленности в социальной сети ВКонтакте и офлайн-активностью на протестных мероприятиях

¹ Об утверждении перечня моногородов. Распоряжение Правительства РФ от 29.07.2014. № 1398-р. URL: <http://government.ru/docs/14051/> (дата обращения: 06.04.2023).

² Федеральный проект «Чистый воздух». Министерство природных ресурсов и экологии РФ. URL: <https://www.mnr.gov.ru/activity/clean-air/> (дата обращения: 06.04.2023).

с экологической повесткой на примере г. Красноярск [Расторгуев, Тянь 2021]. При этом авторы данной работы провели интересное дополнительное исследование комментариев, касающихся экологической повестки, в социальных сетях ВКонтакте, Одноклассники, Twitter, Facebook, Instagram³. По результатам анализа 2,2 млн комментариев за период с 01.01.2021 по 14.06.2021 авторы выделили 6 ключевых тем:

- жестокое обращение с животными, бездомные собаки;
- продажа леса в Китай, вырубка лесов, пожары / поджоги травы и леса, запрет собирать березовый сок и дары природы;
- загрязнения рек, озер, гибель животных в контексте экологических ЧС, выбросов веществ промышленными предприятиями;
- критика крупных предприятий и коррупции в стране в контексте экологических ЧС;
- критика неэффективности влияния налогово-бюджетной политики, судебной практики, штрафов на состояние экологии;
- вывоз мусора, проблема свалок, уборка территорий;
- проблемы паводков.

К большому сожалению, анализ этих данных не получил дальнейшего развития, и авторы переключились на обсуждение цифрового экоактивизма.

А. В. Соколов и А. А. Беляков сфокусировали внимание на анализе специфики экологических протестных компаний [Соколов, Беляков 2022]. В качестве источника данных авторы также используют социальную сеть ВКонтакте и рассматривают 4 кейса: протесты против строительства целлюлозно-бумажного комбината на территории Рыбинского водохранилища; разработки шихана Куштау Башкирской содовой компанией; строительства мусоросжигающих заводов; строительство мусорного полигона на станции Шиес. Можно привести еще несколько исследований, в которых рассматриваются те или иные аспекты присутствия экоактивистов в социальных медиа [Бронников и др. 2021; Гольбрайх 2021; Ермолаева и др. 2020;]. Таким образом, можно констатировать, что в российской социологии интернет-экологический исследовательский подход представлен практически только изучением конфликтов вокруг экологических проблем.

Методы и материалы

Методология сбора данных

На первом этапе был выполнен полнотекстовый поиск наименования *Череповец* в названиях и описаниях сообществ социальной сети ВКонтакте во всех словоформах. Выбор этой социальной сети обусловлен тем обстоятельством, что это крупнейшая в России социальная сеть, при этом имеющая открытый API. В результате была сформирована база данных, включающая в себя 490 тыс. сообществ. На следующем этапе сообщества прошли процедуру фильтрации для исключения нерелевантных сообществ. Во-первых, выполнена фильтрация по количеству подписчиков, исключены сообщества, на которые подписаны менее 500 пользователей. Во-вторых, отфильтрованы сообщества, которые не публиковали контент за последний месяц с даты выгрузки. В-третьих, исключены сообщества, в названии или описании которых содержатся стоп-слова (список стоп-слов был составлен на основании анализа наиболее часто встречающихся слов в т. н. мусорных сообществах – рекламных, развлекательных, творческих, юмористических, коммерческих и т. п.). Методология сбора данных из открытых источников подробно раскрыта в работе [Дунаева 2022]. В итоге в базе осталось 103 сообщества, публикующих различную информацию с территориальной привязкой к анализируемому городу.

На следующем этапе был выгружен контент отобранных сообществ за период с 01.01.2020 по 31.10.2022 (136777 сообщений) и проведена автоматическая классификация контента по 8 тематическим категориям: *образование, здравоохранение, экология, доступность товаров и услуг, ЖКХ и инфраструктура, безопасность, политика, социальное обеспечение*. Для определения категорий ранее был разработан автоматический классификатор [Щекотин и др. 2022]. Было получено 1184 сообщения в 38 сообществах. Именно эти сообщения составили основу для дальнейшего анализа.

Программное обеспечение для сбора данных реализовано на языке программирования Python 3 и имеет ряд модулей, в частности для работы с API ВКонтакте, записи результатов в хранилище и обеспечения параллелизма при выгрузке. Для хранения выгруженных данных используется СУБД PostgreSQL.

³ Компания Meta Platforms, владеющая социальными сетями Facebook и Instagram, признана экстремистской организацией, ее деятельность запрещена на территории РФ. *Meta Platforms, the parent company of Facebook and Instagram, is banned in the Russian Federation as an extremist organization.*

Методология анализа данных

Процедура анализа данных включала в себя 2 этапа. На 1 этапе проводилась автоматическая кластеризация текстов при помощи тематического моделирования. Было проведено несколько экспериментов с применением разных алгоритмов (Top2vec, BigARTM, Gensim и др.) и различных гиперпараметров. Далее модели кластеризации прошли процедуру валидации экспертами (авторы статьи), которые объединили некоторые тематические кластеры (топики) и удалили нерелевантные топики. Для тематического моделирования использовался набор данных, который включал в себя не только датасеты по выбранным городам. Также использовались наборы данных по ряду других моногородов (численностью населения более 100 тыс. человек), которые формировались по описанной выше методике. Всего для тематического моделирования использовались 12,5 тыс. сообщений, характеризующих экологическую ситуацию в 23 моногородах. Данный этап был необходим для того, чтобы выделить ключевые темы, которые описывают состояние воздуха в этих моногородах.

На следующем этапе применялся метод контент-анализа. Инструкция для разметчиков была разработана на основе тем, выделенных по результатам тематического моделирования. Разметчикам было предложено выделить сообщения, содержащие информацию на темы:

- введения в городе режима «черного неба», зарегистрированных выбросов в атмосферу, смога, в т. ч. из-за неблагоприятных метеоусловий;
- сокращения или увеличения выбросов;
- успешного или неуспешного прохождения проверок предприятиями;
- разработок для снижения выбросов;
- дыма от лесных пожаров;
- федерального проекта «Чистый воздух», разработки систем пылеподавления, перевода общественного транспорта на газ, создания карбоновых ферм;
- развития системы экотранспорта и использования экологичного топлива в городах.

В итоге разметчики выделили 48 сообщений, характеризующих состояние воздуха в сообществах г. Череповец.

Для дальнейшего анализа контента была использована платформа для анализа данных PolyAnalyst⁴, позволяющая проводить предварительную подготовку данных (препроцессинг): очистку от хештегов, ссылок, упоминаний, электронных адресов, стоп-слов; фильтрацию текстов по длине (выбраны тексты, содержащие больше 50 символов); проверку и исправление орфографии.

Из очищенных текстов были извлечены ключевые словосочетания и фразы, характерные для текстовой коллекции с помощью функционального узла программного обеспечения PolyAnalyst *извлечение ключевых слов*. Ключевые фразы позволяют понять содержание и тематические направления текстовой коллекции. Также были извлечены именованные сущности из текстов с помощью узла *извлечение сущностей*. В частности, были извлечены сущности, которые являются объектами реального мира, такие как компании и организации⁵.

Результаты

На рисунке представлена динамика цифровых следов пользователей из г. Череповец на сообщения по теме качества атмосферного воздуха. К цифровым следам в данном случае мы относили реакции пользователей – комментарии, репосты и лайки.

Самым популярным сообщением в сообществах г. Череповец стало сообщение, опубликованное 17.02.2022 с 56 комментариями, 198 лайками, 368 репостами и 21470 просмотрами:

• *В Росприроднадзоре назвали три города с самым загрязнённым воздухом. По словам главы Росприроднадзора Светланы Радионовой, лидирует город Норильск, где общий объем загрязняющих веществ в воздухе составляет 1,8 млн тонн в год или 11 % выбросов по России. Второе место в тройке регионов с самым загрязненным воздухом занял город Череповец в Вологодской области, где объем выбросов составляет 280 тыс. тонн или 1,7 % выбросов по России. Третье место досталось Новокузнецку в Кемеровской области, здесь промышленные предприятия выбрасывают в атмосферу 278 тыс. тонн токсичных веществ в год, что составляет 1,6 % выбросов по стране.*

Среди других популярных сообщений за период наблюдения можно выделить следующее сообщение, получившее 106 лайков:

⁴ PolyAnalyst. *Megaputer*. URL: <https://www.megaputer.com/ru/polyanalyst/> (accessed 8 Apr 2023).

⁵ PolyAnalyst 6.5. Функциональные возможности и системные требования. *Megaputer*. URL: <https://nc.megaputer.ru/s/mW5sjRRLNoQdgXM> (дата обращения: 08.04.2023).

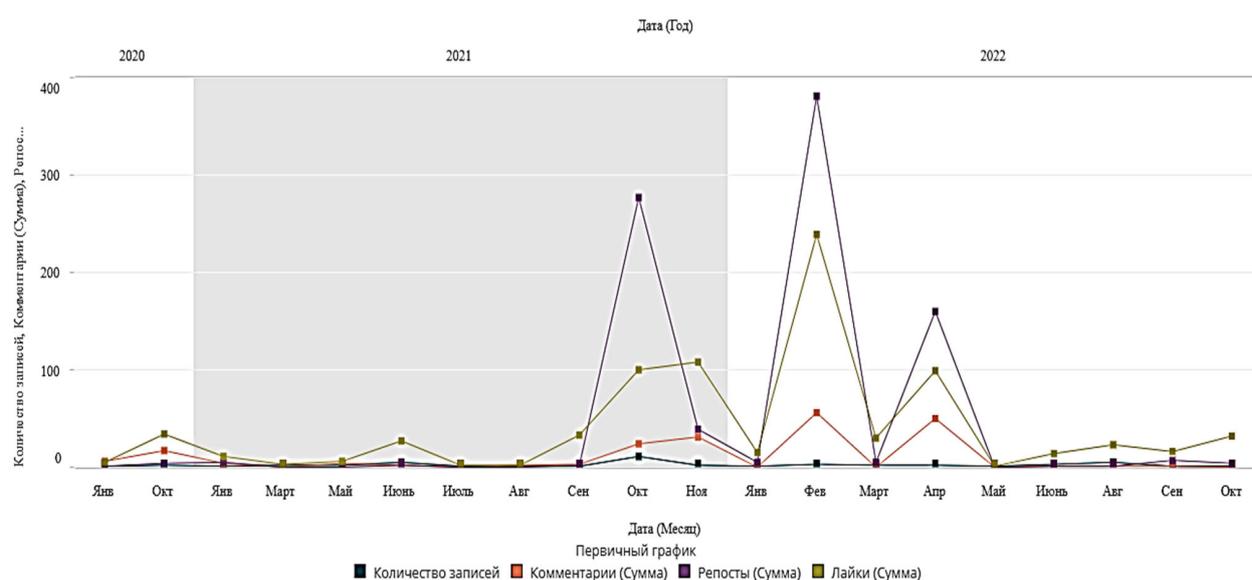


Рис. Динамика цифровых следов
Fig. Digital footprints: dynamics

• *Друзья и сограждане! Я хочу знать, почему на ЧМК не начнут уже фильтровать свои выбросы! Я хочу знать результаты работы передвижной лаборатории, реакцию местных экоактивистов и снимки со спутника. Начиная с утра воскресенья в городе невозможно дышать! Три дня я не могу проветрить квартиру! У меня диван и занавески начали вонять агрофабрикой... Сегодня весь город погружен во взвесь розоватого цвета... Поспособствуйте, чтобы прекратить это безобразие.*

Сообщение с 49 комментариями, 66 лайками и 156 репостами:

• *Металлургам больше нельзя ездить на работу на велосипеде. С 1 апреля сотрудники не смогут добираться до работы самым экологичным, экономичным и полезным для здоровья видом транспорта. Неразумное решение с точки зрения сбережения здоровья сотрудников.*

Следующее популярное сообщение насчитывает 22 лайка, 113 репостов:

• *Сегодня, в 7:12, на локальном участке цеха по производству жидких комплексных удобрений АО «Апатит» в Череповце в результате внеплановой остановки оборудования сработала система защиты, из-за чего произошел кратковременный выход через противоаварийное отверстие незначительного количества аммиака. Находящиеся рядом на месте инцидента и пострадавшие работники цеха и два сотрудника подрядной организации были экстренно госпитализированы в медицинское учреждение, им оказывается медицинская помощь.*

Выход аммиака незначительный, локализован, его последствия оперативно устранены. Угрозы окружающей среде и здоровью работников завода и жителей Череповца нет, производство продолжает работу.

Рассмотрим некоторые наиболее важные с нашей точки зрения итоги исследования. Программное обеспечение PolyAnalyst выделило 45 ключевых словосочетаний, которые упоминались 98 раз (табл.). Наиболее часто встречаются ключевые словосочетания, связанные с загрязнением воздуха, выбросами в атмосферу и т. д.

С помощью функции извлечения сущностей в датасете было выделено 28 упоминаний компаний. 9 раз упоминается компания АО «Апатит», 6 раз – ПАО «Северсталь», 4 раза – ПАО «ФосАгро».

Заключение

При интерпретации полученных результатов мы отталкивались от допущения, высказанного М. В. Рыбаковой и М. М. Зверевой о том, что интерес к экологическим проблемам (в нашем случае – проблеме загрязнения атмосферного воздуха) определяется тем, насколько благополучной или неблагополучной воспринимается экологическая ситуация в городе на данный момент [Рыбакова, Зверева 2022]. В этом отношении социальные сети могут служить хорошим инструментом для оперативного мониторинга интереса к экологическим проблемам, т. к. в формировании экологической повестки социальные сети прочно занимают первое место,

Табл. Перечень ключевых слов

Tab. Keywords

Ключевое словосочетание	Кол-во	Ключевое словосочетание	Кол-во	Ключевое словосочетание	Кол-во
загрязняющее вещество	12	облако аммиака	2	диоксид азота	1
атмосферный воздух	10	опасное превышение концентрации	2	загрязненный воздух	1
вредное вещество	5	система автоматического контроля	2	здания и сооружения	1
выброс аммиака	5	традиционные виды топлива	2	квотирование выбросов	1
жидкие комплексные удобрения	4	экологичные трамваи	2	метеорологические условия	1
концентрация аммиака	4	анализатор пыли	1	молодёжный форум	1
выброс в атмосферу	3	архангельский мост	1	пожарный автомобиль	1
загрязнение воздуха	3	валовые выбросы	1	позволить оптимизировать	1
предельно допустимая концентрация	3	воздушная среда	1	полностью очищенная	1
промышленно-санитарная лаборатория	3	вредные выбросы	1	совокупный объём выбросов	1
экстренно госпитализированные	3	выбросы в воздух	1	чистота воздуха	1
альтернативные способы передвижения	2	главный архитектор	1	чистый воздух	1
водяная завеса	2	городской общественный	1	экологическая обстановка	1
допустимые концентрации	2	городской транспорт	1	экологический менеджмент	1
загрязнение атмосферного воздуха	2	департамент здравоохранения	1	экологичное топливо	1

опережая телевидение и другие источники информации. По данным опроса Общероссийского народного фронта, проведенного в конце 2020 г. среди жителей г. Череповец, грязным воздух назвали 0 % опрошенных, чистым – 40 %. Тот факт, что 0 % респондентов оценили воздух как грязный, вызывает определенные вопросы, т. к. по меньшей мере раз в неделю загрязнение воздуха по данным этого же опроса ощущает 41 % жителей.

Конфликт интересов: Авторы заявили об отсутствии потенциальных конфликтов интересов в отношении исследования, авторства и / или публикации данной статьи.

Conflict of interests: The author declared no potential conflicts of interests regarding the research, authorship, and / or publication of this article.

Критерии авторства: Авторы в равной степени участвовали в подготовке и написании статьи.

Contribution: All the authors contributed equally to the study and bear equal responsibility for information published in this article.

Финансирование: Исследование выполнено при поддержке Программы развития ТГУ (Приоритет-2030), проект НУ 2.3.3.22 ОНГ.

Funding: The study was supported by the Tomsk State University as part of Development Program of Priority 2030, project no. NU 2.3.3.22 ONG.

Литература / References

Белик И. С., Камдина Л. В. Взаимосвязь антропогенного воздействия и качества жизни населения в Свердловской и Челябинской областях. *Вестник Челябинского государственного университета*. 2018. № 7. С. 39–48. [Belik I. S., Kamdina L. V. Analysis of the relationship between human impact and quality of population life (on the example of Sverdlovsk and Chelyabinsk regions). *Bulletin of Chelyabinsk State University*, 2018, (7): 39–48. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24411/1994-2796-2018-10705>

- Бронников И. А., Белоусов Г. Ф., Горбачев М. В. Факторы формирования и развития региональных экологических протестных движений в современной России. *Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология*. 2021. № 59. С. 214–223. [Bronnikov I. A., Belousov G. F., Gorbachev M. V. Factors of formation and development of regional environmental protest movements in modern Russia. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofiya. Sotsiologiya. Politologiya*, 2021, (59): 214–223. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17223/1998863X/59/20>
- Васенина И. В., Сушко В. А. Влияние промышленной инфраструктуры на экологию региона и качество жизни местного населения. *Социология*. 2020. № 2. С. 205–214. [Vasenina I. V., Sushko V. A. Influence of industrial infrastructure on the ecology of the region and quality of life of local population. *Sociology*, 2020, (2): 205–214. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/ijqcpz>
- Гольбрайх В. Б. Медиапотребление членов виртуальных экологических протестных сообществ (на примере конфликта вокруг мусорного полигона в Архангельской области). *Вестник Томского государственного университета*. 2021. № 472. С. 56–63. [Golbraikh V. B. News consumption by members of virtual environmental protest communities (on the example of the conflict over a landfill in Arkhangelsk oblast). *Tomsk State University Journal*, 2021, (472): 56–63. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17223/15617793/472/7>
- Дунаева Д. О. Методология сбора данных из открытых онлайн-источников для оценки качества жизни населения (на примере социальной сети ВКонтакте). *Перспективы развития фундаментальных наук: XIX Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых*. (Томск, 26–29 апреля 2022 г.) Томск: ТПУ, 2022. С. 14–16. [Dunaeva D. O. Methodology for collecting data from open online sources to assess the quality of life of the population (using the example of the social network "VKontakte"). *Prospects of fundamental sciences development: Proc. XIX Intern. Conf. of students, postgraduate students, and young scientists*, Tomsk, 26–29 Apr 2022. Tomsk: TPU, 2022, 14–16. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/dsuvyp>
- Ермолаева П. О., Ермолаева Ю. В., Башева О. А. Цифровой экологический активизм как новая форма экологического участия населения. *Социологическое обозрение*. 2020. Т. 19. № 3. С. 376–408. [Ermolaeva P. O., Ermolaeva Yu. V., Basheva O. A. Digital environmental activism as the new form of environmental participation. *Russian sociological review*, 2020, 19(3): 376–408. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17323/1728-192x-2020-3-376-408>
- Расторгуев С. В., Тян Ю. С. Протестный эоактивизм в цифровой среде (на примере «Красноярского кейса»). *Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены*. 2021. № 6. С. 53–75. [Rastorguev S. V., Tian Yu. S. Protest eco-activism in the digital environment (on the example of the "Krasnoyarsk case"). *Monitoring of Public Opinion: Economic and Social Changes*, 2021, (6): 53–75. (In Russ.)] <https://doi.org/10.14515/monitoring.2021.6.2017>
- Рыбакова М. В., Зверева М. М. Экологическая обстановка в Москве: оценка динамики общественного мнения по результатам опросов 2013–2022 гг. *Власть*. 2022. Т. 30. № 5. С. 156–162. [Rybakova M. V., Zvereva M. M. The environmental situation in Moscow: assessment of the dynamics of public opinion based on the results of polls in 2013–2022. *Vlast*, 2022, 30(5): 156–162. (In Russ.)] <https://doi.org/10.31171/vlast.v30i5.9256>
- Соколов А. В., Беляков А. А. Трансформация и поддержка экологических повесток в протестных кампаниях в социальных сетях. *Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология*. 2022. № 67. С. 202–215. [Sokolov A. V., Belyakov A. A. Transformation and support of environmental agendas in protest campaigns on social network sites. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofiya. Sotsiologiya. Politologiya*, 2022, (67): 202–215. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17223/1998863X/67/18>
- Щекотин Е. В., Гойко В. Л., Басина П. А., Бакулин В. В. Использование машинного обучения для изучения качества жизни населения: методологические аспекты. *Цифровая социология*. 2022. Т. 5. № 1. С. 87–97. [Shchekotin E. V., Goiko V. L., Basina P. A., Bakulin V. V. Using machine learning to study the population life quality: methodological aspects. *Digital Sociology*, 2022, 5(1): 87–97. (In Russ.)] <https://doi.org/10.26425/2658-347X-2022-5-1-87-97>
- Boldrocchi G., Storai T. Data-mining social media platforms highlights conservation action for the Mediterranean critically endangered blue shark *Prionace glauca*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2021, 31(11): 3087–3099. <http://dx.doi.org/10.1002/aqc.3690>

- Chamberlain J. Using social media for biomonitoring: how Facebook, Twitter, Flickr and other social networking platforms can provide large-scale biodiversity data. *Advances in Ecological Research*, 2018, 59: 133–168. <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2018.06.001>
- Hale R. L., Cook E. M., Beltrán B. J. Cultural ecosystem services provided by rivers across diverse social-ecological landscapes: a social media analysis. *Ecological Indicators*, 2019, 107. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105580>
- Jarić I., Bellard C., Correia R. A., Courchamp F., Douša K., Essl F., Jeschke J. M., Kalinkat G., Kalous L., Lennox R. J., Novoa A., Proulx R., Pyšek P., Soriano-Redondo A., Souza A. T., Vardi R., Veríssimo D., Roll U. Invasion culturomics and iEcology. *Conservation Biology*, 2021, 35(2): 447–451. <https://doi.org/10.1111/cobi.13707>
- Jarić I., Correia R. A., Brook B. W., Buettel J. C., Courchamp F., Di Minin E., Firth J. A., Gaston K. J., Jepson P., Kalinkat G., Ladle R., Soriano-Redondo A., Souza A. T., Roll U. iEcology: harnessing large online resources to generate ecological insights. *Trends in Ecology & Evolution*, 2020, 35(7): 630–639. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.03.003>
- LaDeau S. L., Han B. A., Rosi-Marshall E. J., Weathers K. C. The next decade of big data in ecosystem science. *Ecosystems*, 2017, 20(2): 274–283. <https://doi.org/10.1007/s10021-016-0075-y>
- Ladle R. J., Correia R. A., Do Y., Joo G.-J., Malhado A. C. M., Proulx R., Roberge J.-M., Jepson P. Conservation culturomics. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2016, 14(5): 269–275. <https://doi.org/10.1002/fee.1260>
- Lin C. C. Ecoinformatics: a review of approach and applications in ecological research. *Proceedings of the National Institute of Ecology of the Republic of Korea*, 2020, 1(1): 9–21. <https://doi.org/10.22920/PNIE.2020.1.1.9>
- Michel J.-B., Shen Y. K., Aiden A. P., Veres A., Gray M. K., Pickett J. P., Hoiberg D., Clancy D., Norvig P., Orwant J., Pinker S., Nowak M. A., Aiden E. L. Quantitative analysis of culture using millions of digitized books. *Science*, 2011, 331(6014): 176–182. <https://doi.org/10.1126/science.1199644>
- Young J. C., Arthur R., Spruce M., Williams H. T. P. Social sensing of heatwaves. *Sensors*, 2021, 21(11). <https://doi.org/10.3390/s21113717>