

Обзорная статья / Review Article

УДК 614.841

DOI: 10.14258/SSI(2025)2-07

Экологическая безопасность в цифровую эпоху: новые методы и подходы

Евгений Викторович Щекотин

Новосибирский государственный университет экономики и управления; Сибирский государственный университет водного транспорта; Сибирский государственный университет телекоммуникации и информатики; Томский государственный университет, Новосибирск, Россия, evgvik1978@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7377-0645>

Аннотация. В статье анализируются актуальные мировые тренды исследования различных аспектов экологической безопасности в условиях цифрового общества. Рассматривается развитие формирования взаимосвязанных исследовательских направлений на стыке экологии, социальных наук и информационных технологий — «интернет-экологии» (iEcology) и «экологическая культуромика» (conservation culturomics). Для изучения экологических процессов, оценки экологической ситуации и решения природоохранных задач в рамках этих направлений используются данные (цифровые следы), которые генерируют обычные интернет-пользователи в процессе своей повседневной жизни в онлайн-пространстве — общения, поиска информации, работы и т.д. Источником данных в этом случае выступают веб-страницы, поисковые запросы пользователей, посты в социальных сетях, на платформах для размещения видео, книг, цифровых энциклопедий. Анализ научной литературы показывает, что уже сегодня цифровые следы используются в экологической гражданской науке, для оценки культурных экосистемных услуг и привлечения внимания общественности к экологическим проблемам, изучения поведения животных в естественной среде обитания и торговли животными в интернете, получения информации о стихийных бедствиях и авариях.

Ключевые слова: интернет-экология, экологическая безопасность, цифровые следы

Для цитирования: Щекотин Е.В. Экологическая безопасность в цифровую эпоху: новые методы и подходы // Society and Security Insights. 2025. Т. 8, №2. С. 100–114. doi: 10.14258/ssi(2025)2-07.

Environmental Safety in the Digital Age: New Methods and Approaches

Evgeny V. Shchekotin

Novosibirsk State University of Economics and Management; Siberian State University of Water Transport; Siberian State University of Telecommunications and Informatics; Tomsk State University, Novosibirsk, Russia, evgvik1978@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7377-0645>

Abstract. The article analyzes current global trends in the study of various aspects of environmental safety in a digital society. The article considers the development and formation of inter-related research areas at the junction of ecology, social sciences and information technology — iEcology and conservation culturomics. To study environmental processes, assess the environmental situation and solve environmental problems in these areas, data (digital footprints) are used that ordinary Internet users generate in the course of their daily lives in the online space — communication, information search, work, etc. In this case, the data source is web pages, user search queries, social media posts, video platforms, books, and digital encyclopedias. An analysis of the scientific literature shows that digital footprints are already being used in environmental citizen science, to evaluate cultural ecosystem services and draw public attention to environmental issues, to study animal behavior in its natural habitat and animal trafficking on the Internet, and to obtain information about natural disasters and accidents.

Keywords: Internet ecology, environmental safety, digital footprints

For citation: Shchekotin, E. V. (2025). Environmental Safety in the Digital Age: New Methods and Approaches. *Society and Security Insights*, 8(2), 100–114. (In Russ.). doi: 10.14258/ssi(2025)2-07.

Введение

Не вызывает сомнения справедливость тезиса о том, что состояние окружающей среды является одним из самых значимых факторов устойчивого развития и во многом определяет благополучие населения. Когда речь идет об управлении качеством окружающей среды, важно использовать не только строгие научные методы, которые применяются в науках о природе, но и когнитивные ресурсы социальных наук, так как эффективность управленческих усилий в этой сфере определяется в том числе социальными, экономическими, политическими и институциональными факторами (Balmford & Cowling, 2006; Moon et al, 2019). В этой связи все большую ценность приобретает анализ восприятия окружающей среды, природоохранных практик, программ и проектов в сфере охраны окружающей среды самим населением региона, в котором реализуется природоохранная деятельность (Bennett, 2016).

Понимание значительной роли социальных наук в охране природы привело к формированию ряда новых направлений исследований — «conservation social science», «environmental social science», «human dimensions of natural resource management», «social-ecological systems», которые объединяет обращение к методологии социальных наук для целей природоохранной деятельности (Bennett et al, 2016; Bennett et al, 2017; Bennett & Roth, 2018). Социологические методы, такие как интервью, фокус-группа, биографический метод и др., могут существенно повысить эффективность деятельности по охране природы, в первую очередь в том, что касается восприятия людьми природоохранных мероприятий, понимания ценностей и ориентиров людей в отношении природы.

Однако сегодня методологический арсенал социальных наук значительно расширился и обогатился за счет интервенции информационных технологий. Новое стремительно развивающееся исследовательское направление в социальных науках — цифровая социология — использует методы информационных наук, такие

как интеллектуальный анализ данных, анализ больших данных, анализ социальных сетей и т. п., для изучения различных социальных процессов. В результате синтеза трех научных областей: наук об охране природы, социальных и информационных наук — возникает еще одно научное направление, для обозначения которого в литературе используют наименования iEcology (интернет-экология), conservation culturomics (экологическая культуромика) (Correia & Di Minin, 2023; Jarić et al, 2021; Ladle et al, 2026), digital conservation (цифровая охрана окружающей среды) (Fink, 2021). Особенностью этого направления является использование нетрадиционных как для социальных наук, так и для охраны природы источников данных: веб-страниц, новостных потоков, постов в социальных сетях, платформ для размещения видео, книг, цифровых энциклопедий (Correia et al, 2021).

Онлайн-данные в экологии

Помимо собственно экологических данных (т. е. данных, которые были произведены и собраны профессиональными экологами для решения определенных экологических задач), для изучения проблем окружающей среды могут использоваться и другие источники открытых данных. Например, данные, извлеченные из социальных медиа и созданные пользователями для совсем иных целей, могут использоваться для изучения биоразнообразия, экологического мониторинга, анализа экологических практик и решения многих других задач, связанных с окружающей средой.

Цифровые онлайн-данные можно получать с помощью самых разнообразных источников: датчиков, видео, кликов и т. д. В целом анализ онлайн-данных как одно из современных направлений исследований, в том числе в социальных науках, является частью более масштабного и глубокого тренда трансформации научного знания — формирования так называемой «четвертой парадигмы» (или, в другой терминологии, e-science — электронной науки (data-intensive science)) (Hey, Tansley, & Tolle, 2009). В том, что касается изучения окружающей среды, различные онлайн-данные также активно используются. Например, С. Фарли с соавторами (Farley et al, 2018) выделяет следующие системы больших экологических данных, некоторые из них являются онлайн-данными: дистанционное зондирование, распределенные сети недорогих автоматизированных датчиков, базы данных по биоразнообразию, геномике и кадастрам, курируемые сообществом ресурсы с данными, гражданская наука и национальные и международные станции долгосрочных экологических исследований и мониторинга.

Предмет интернет-экологии

Помимо перечисленных источников могут использоваться данные, которые генерируются не специалистами и исследователями, работающими в сфере экологии, или волонтерами, собирающими данные на добровольной основе. Это данные, которые генерируют обычные интернет-пользователи в процессе своей повседневной жизни в онлайн-пространстве — общения, поиска информации, работы и т. д. Эти данные напрямую не предназначены для изучения окружающей

среды, но имеют огромный потенциал для изучения различных аспектов взаимодействия человека и природы (Jarić et al, 2020). iEcology сосредоточена на сборе, сопоставлении и изучении данных, генерируемых людьми в онлайн-пространстве без непосредственной привязки к решению экологических вопросов.

В рамках iEcology выделяется такое направление, как *conservation culturomics*, которое связано с анализом цифровых данных для целей охраны окружающей среды. Сам термин «культуromика» стал популярным после публикации в журнале «Science» статьи Дж. Б. Мичела с соавторами (Michel et al, 2011), посвященной изучению культурных явлений с помощью количественного анализа оцифрованных текстов. Культуromика как область научных исследований возникает как соединение возможностей информационных технологий (особенно в том, что касается сбора и анализа цифровых данных) и изучения человеческой культуры. Принципы культурымики получили применение и в области изучения окружающей среды. Дж. Лэдл с соавторами (Ladle et al, 2016) обозначил идею «экологической культурымики» («*conservation culturomics*») как области исследований, которая изучает взаимодействие человека и природы, и наметил несколько направлений развития этой новой исследовательской сферы:

- идентификация групп населения, ориентированных на охрану природы, и изучение проявлений общественного интереса к природе;
- идентификация символов охраны окружающей среды;
- применение новых метрик и инструментов для мониторинга окружающей среды почти в режиме реального времени и поддержки принятия решений по сохранению окружающей среды;
- оценка влияния на общество мероприятий по охране окружающей среды;
- формулирование проблем сохранения окружающей среды и содействие пониманию общественностью этих проблем.

С точки зрения применяемых методов и методик, а также источников данных «*conservation culturomics*» как проект научной области совпадает с iEcology. Отличие этих подходов заключается в декларируемых целях. По мнению И. Ярича с соавторами (Jarić et al, 2020), iEcology фокусируется на более широком спектре явлений и процессов в сравнении с культуромикой, которая нацелена на изучение взаимодействия человека и природы. Например, в сферу iEcology включается изучение непосредственно биологических процессов, происходящих в дикой природе, и в которые не вовлечен человек (таких как инвазия неместных видов животных и растений в экосистему).

Особенный интерес подход, основанный на использовании цифровых экологических данных, представляет для городской экологии, так как в городе генерируется огромный объем данных, которые можно использовать для анализа окружающей среды. Данные беспроводных сенсорных сетей, дистанционного зондирования, социальных сетей и городского управления могут предоставить информацию о состоянии городских экосистем с высоким пространственным и временным разрешением (Yang, 2020). Эти данные открывают новые возможности для опосредованной оценки окружающей среды и принятия решений, касаю-

щихся улучшения экологической ситуации в городском пространстве (Creutzig et al, 2019; Ilieva & McPhearson, 2018; Middel et al, 2022).

Направления использования онлайн-данных в экологии

В последнее десятилетие в научной литературе сформировался достаточно объемный массив исследований, в котором различные типы онлайн-данных используются для изучения и решения различных аспектов экологии. С некоторой долей условности их можно разделить на несколько тематических блоков.

1. Гражданская наука

В широком смысле слова под гражданской наукой понимается участие в научных исследованиях в любом качестве волонтеров-любителей, т. е. людей, которые не являются профессиональными учеными в данной области знания. Применительно к проблематике сохранения природы гражданская наука используется очень широко. Так, например, для мониторинга биоразнообразия используются данные, собранные и размещенные в соответствующих сообществах в социальных сетях добровольцами, интересующимися природой (Daume & Galaz, 2016; Chamberlain, 2018). Помимо социальных сетей создаются специальные платформы для развития гражданской науки (например, сайт Redmap Australia) (Pecl et al, 2019). В некоторых исследованиях высказывается предположение о том, что интеграции гражданской науки и искусственного интеллекта имеют очень большой потенциал для совершенствования экологического мониторинга (McClure et al, 2020). В частности, их соединение позволит значительно ускорить сбор и обработку данных в сравнении с традиционными научными методами.

2. Культурные экосистемные услуги (Cultural ecosystem services)

Понятием «культурные услуги» обозначаются «нематериальные выгоды, которые люди получают от экосистем посредством духовного обогащения, познавательного развития, рефлексии, рекреации и эстетического опыта» (Экосистемы и благосостояние людей..., 2005). Культурные экосистемные услуги под разными наименованиями включаются во многие типологии экосистемных услуг: культурные услуги; функции, обеспечивающие жизнедеятельность; информационные функции; удобства и самореализация; культурные и бытовые услуги; социально-культурная самореализация (Milcu et al, 2013).

Одной из существенных проблем, связанных с изучением культурных экосистемных услуг, является сложность их измерения и оценки. Использование цифровых данных из социальных медиа позволяют до некоторой степени решить эту проблему. Например, анализ изображений и связанных с ними текстов (название, теги, описания), которые были размещены на Flickr, позволил дать оценку культурных экосистемных услуг применительно к речным экосистемам в Айдахо, США (Hale, Cook & Beltrán, 2019). В других исследованиях также использовались изображения для исследования культурных экосистемных услуг, которые предоставляют масштабные географические объекты, — такие как зеленые насаждения в Сингапуре (Richards & Friess, 2015) и Пекине (Wang et al, 2021) или морское побережье Бразилии (Vieira et al, 2021). Как показывает сравнительный ана-

лиз данных опросов и данных социальных сетей, контент социальных сетей является вполне релевантным источником информации о пользовании людьми культурными экосистемными услугами (Heikinheimo et al, 2017).

3. Привлечение внимания общественности к экологическим проблемам

Социальные медиа вполне успешно могут выполнять свою прямую функцию, а именно привлечение внимания широкой общественности к тем или иным экологическим вопросам для того, чтобы изменить существующее положение вещей. Примером такого кейса, когда широким обсуждением в социальных медиа информационной кампании удалось привлечь внимание общественности к экологической проблеме, является исследование публикаций в микроблогах по проблеме загрязнения воздуха в Китае (Kay, Zhao & Sui, 2015). Авторы данного исследования приходят к выводу, что социальные сети могут стать инструментом продвижения экологических идей.

4. Изучение поведения животных в естественной среде обитания

Прежде всего в такого рода исследованиях изучается перемещение различных видов животных в пространстве. В качестве примера можно привести исследование миграций редкого вида акул у побережья Италии (Boldrocchi & Storai, 2021). В качестве источника данных авторы использовали видео- и фотоматериалы, размещенные на YouTube, в Facebook и Instagram, а также сообщения в местных и общенациональных газетах и блогах за десять лет, в которых содержится информация об этом виде акул. Собранные данные позволили определить маршрут перемещения этого вида акул и выделить наиболее часто посещаемые акулами места у итальянского побережья. Авторы данного исследования подчеркивают, что социальные сети необходимо использовать для просветительской информационной кампании, так как при встрече с акулами преобладала негативная реакция.

5. Легальная и нелегальная торговля животными в интернете

С точки зрения совершенствования правового регулирования торговли животными и пресечения браконьерства, которое наносит вред охраняемым видам, важно знать, как функционирует этот сегмент рынка. Изучение данных соцсетей позволяет лучше понять этот механизм. Так, например, данные о потреблении вина из костей тигра могут быть полезны для формирования более эффективной политики в отношении сохранения тигров (Li & Hu, 2021). Другой пример такого рода — это изучение онлайн-рынка певчих птиц в Индонезии (Fink et al, 2021). Авторы данного исследования полагают, что изучение подобных неконтролируемых рынков позволит снизить ущерб для биоразнообразия из-за незаконной торговли.

6. Информация о стихийных бедствиях и авариях

Очень важным и перспективным направлением в интернет-экологических исследованиях является анализ данных социальных сетей о природных бедствиях и техногенных катастрофах. М. Вигманн с соавторами (Wiegmann et al, 2021) выделяют шесть основных возможностей данных социальных сетей:

1) более точная оценка воздействия стихии или аварии на территории население по всем типам бедствий;

2) создание кратких описаний ситуации, особенно для засух, геофизических инцидентов и наводнений;

3) улучшение процессов сбора данных с помощью гражданских добровольцев, в частности в случае техногенных аварий;

4) сбор данных в регионах со слабо развитой инфраструктурой наблюдения из-за финансовых, технических или иных причин (например, в районах, где отсутствует сеть метеостанций, наземных камер и т. п.);

5) сужение областей наблюдения в пространстве (для тех бедствий и аварий, которые локализованы в пространстве: наблюдение за пожарами, обнаружение торнадо, мониторинг загрязнения опасными веществами и т. п.);

6) выявление триггерных событий. Такие события, как лесные пожары, наводнения и болезни, как правило, требуют ручного распознавания триггерных событий для того, чтобы было начато детальное наблюдение за их течением. Социальные сети могут помочь в случае, когда интервалы между наблюдениями достаточно велики (например, космическое наблюдение за землей или плановые проверки уровня загрязнения).

В качестве примера использования данных социальных сетей для изучения стихийных бедствий можно привести исследование К. Смита и др., в котором с помощью твиттов хэштегами «засуха» анализируется влияние засухи на жизнь населения (Smith et al, 2020). Исследования такого рода проводились также применительно к аномальной жаре (Grasso et al, 2017; Young et al, 2021).

Заключение

В целом проблемы, связанные с использованием цифровых источников данных в экологии, по мнению исследователей, носят скорее технический, а не концептуальный характер (Daume, 2016). Систематический обзор публикаций, в которых взаимодействие человека и природы анализируется с помощью данных социальных сетей, показывает, что, хотя данные социальных сетей предлагают беспрецедентные возможности с точки зрения объема данных, масштаба анализа и мониторинга в режиме реального времени, исследователи еще только на пороге того, чтобы справиться с техническими и этическими проблемами, возникающими в процессе работы с открытыми онлайн-данными, такими как неоднородность данных, потенциальные предубеждения, этика сбора и использования данных, а также неопределенности в отношении доступности данных в будущем (Ghermandi & Sinclair, 2019). Несмотря на то что новый подход в экологии еще не получил всеобщего признания и вызывает критические замечания (Ghermandi et al, 2023; Troumbis, 2019; Troumbis & Iosifidis, 2020), его перспективы не вызывают сомнения (Di Minin et al, 2015; Kotera & Phillott, 2022). Онлайн-данные, в том числе те, которые генерируют пользователи социальных сетей, уже сегодня можно использовать, по крайней мере в качестве дополнительного источника информации о состоянии окружающей среды (Daume, Albert, Gadow, 2014).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Экосистемы и благосостояние людей: рамки оценки. Доклад концептуальной рабочей группы по «Оценке экосистем на пороге тысячелетия». Island Press, 2005. 268 с.

Balmford A., Cowling R.M. Fusion or failure? The future of conservation biology // Conservation Biology. 2006. No. 20. P. 692–695. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00434.x>

Bennett N.J., Roth R., Klain S.C., Chan K.M., Clark D.A., Cullman G., Epstein G., Nelson M.P., Stedman R.C., Teel T.L., Thomas R.E., Wyborn C., Curran D., Greenberg A., Sandlos J., Veríssimo D. Mainstreaming the social sciences in conservation // Conservation biology. 2016. Vol. 31, no. 1. P. 56–66. <https://doi.org/10.1111/cobi.12788>

Bennett N.J., Roth R., Klain S.C., Chan K.M., Christie P., Clark D.A., Cullman G., Curran D., Durbin T.J., Epstein G., Greenberg A., Nelson M.P., Sandlos J., Stedman R.C., Teel T.L., Thomas R.E., Veríssimo D., Wyborn C. Conservation social science: Understanding and integrating human dimensions to improve conservation // Biological Conservation. 2017. No. 205. P. 93–108. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.10.006>

Bennett N.J., Roth R. Realizing the transformative potential of conservation through the social sciences, arts and humanities // Biological Conservation. 2018. No. 229. P. A6 — A8. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.07.023>

Bennett N.J. Using perceptions as evidence to improve conservation and environmental management // Conservation biology. 2016. Vol. 30, no. 3. P. 582–592. <https://doi.org/10.1111/cobi.12681>

Boldroccchi 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. Vol. 31, no 11. P. 3087–3099. <https://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. No. 59. P. 133–168. <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2018.06.001>

Correia R.A., Di Minin E. Tracking worldwide interest in sustainable development goals using culturomics // PLOS Sustainability and Transformation. 2023. Vol. 2, no. 6. P. e0000070. <https://doi.org/10.1371/journal.pstr.0000070>

Correia R.A., Ladle R.J., Jarić I., Malhado A.C., Mittermeier J.C., Roll U., Soriaño-Redondo A., Veríssimo D., Fink C., Hausmann A., Guedes-Santos J., Vardi R., Di Minin E. Digital data sources and methods for conservation culturomics // Conservation Biology. 2021. Vol. 35, no. 2. P. 398–411. <https://doi.org/10.1111/cobi.13706>

Creutzig F., Lohrey S., Bai X., Baklanov A.A., Dawson R.J., Dhakal S., Lamb W.F., McPhearson T., Minx J.C., Muñoz E., Walsh B. Upscaling Urban Data Science for Global Climate Solutions // Global Sustainability. 2019. No. 2. P. e². <https://doi.org/10.1017/sus.2018.16>

- Daume S., Albert M., Gadow K. V. Forest monitoring and social media — Complementary data sources for ecosystem surveillance? // *Forest Ecology and Management*. 2014. No. 316. P. 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.09.004>
- Daume S., Galaz V. “Anyone Know What Species This Is?” — Twitter Conversations as Embryonic Citizen Science Communities // *PLoS ONE*. 2016. Vol. 11, no. 3. P. e0151387. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151387>
- Daume S. Mining Twitter to monitor invasive alien species — An analytical framework and sample information topologies // *Ecological Informatics*. 2016. No. 31. P. 70–82. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2015.11.014>
- Di Minin E., Tenkanen H., Toivonen T. Prospects and challenges for social media data in conservation science // *Frontiers in Environmental Science*. 2015. No. 3. P. 63. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2015.00063>
- Farley S., Dawson A., Goring S. J., Williams J. W. Situating Ecology as a Big-Data Science: Current Advances, Challenges, and Solutions // *BioScience*. 2018. Vol. 68, no. 8. P. 563–576. <https://doi.org/10.1093/biosci/biy068>
- Fink C. Digital Conservation. Novel methods and online data to address the biodiversity crisis: PhD Dissertation. Helsinki: University of Helsinki, 2021.
- Fink C., Toivonen T., Correia R. A., Minin E. D. Mapping the online songbird trade in Indonesia // *Applied Geography*. 2021. No. 134. P. 102505. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2021.102505>
- Ghermandi A., Langemeyer J., Van Berkel D., Calcagni F., Depietri Y., Egarter Vigl L., Fox N., Havinga I., Jäger H., Kaiser N. N., Karasov O., McPhearson T., Podschun S. A., Ruiz-Frau A., Sinclair M., Venohr M., Wood S. A. Social media data for environmental sustainability: A critical review of opportunities, threats, and ethical use // *One Earth*. 2023. Vol. 6, no. 3. P. 236–250. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.02.008>
- Ghermandi A., Sinclair M. Passive crowdsourcing of social media in environmental research: A systematic map // *Global Environmental Change*. 2019. No. 55. P. 36–47. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.02.003>
- Grasso V., Crisci A., Morabito M., Nesi P., Pantaleo G. Public crowdsensing of heat waves by social media data // *Advances in Science and Research*. 2017. No. 14. P. 217–226. <https://doi.org/10.5194/asr-14-217-2017>
- 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. No. 107. P. 105580. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105580>
- Heikinheimo V., Minin E. D., Tenkanen H., Hausmann A., Erkkonen J., Toivonen T. User-Generated Geographic Information for Visitor Monitoring in a National Park: A Comparison of Social Media Data and Visitor Survey // *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2017. Vol. 6, no. 3. P. 85. <https://doi.org/10.3390/ijgi6030085>
- Hey T., Tansley S., Tolle K. Jim Grey on eScience: A transformed scientific method // *The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery*/eds. Hey T., Tansley S., Tolle K. Redmond: Microsoft Research, 2009. P. xvii — xxxi.

Ilieva R. T., McPhearson T. Social-media data for urban sustainability // *Nature Sustainability*. 2018. No. 1. P. 553–565. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0153-6>

Jarić I., Bellard C., Correia R. A., Courchamp F., Douda K., Essl F., Jeschke J. M., Kalinkat G., Kalous L., Lennox R. J., Nóvoa A., Proulx R., Pyšek P., Soriano-Redondo A., Souza A. T., Vardi R., Veríssimo D., Roll U. Invasion Culturomics and iEcology // *Conservation Biology*. 2021. Vol. 35, no. 35. P. 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. J., Soriano-Redondo A., Souza A. T., Roll U. iEcology: Harnessing Large Online Resources to Generate Ecological Insights // *Trends in Ecology & Evolution*. 2020. Vol. 35, no. 7. P. 630–639. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.03.003>

Kay S., Zhao B., Sui D. Can Social Media Clear the Air? A Case Study of the Air Pollution Problem in Chinese Cities // *The Professional Geographer*. 2015. Vol. 67, no. 3. P. 351–363. <https://doi.org/10.1080/00330124.2014.970838>

Kotera M. M., Phillott A. D. Conservation Culturomics: Potential Applications in South Asia // *Asian Journal of Environment & Ecology*. 2022. Vol. 19, no. 2. P. 54–61. <https://doi.org/10.9734/ajee/2022/v19i230344>

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. Vol. 14, no. 5. P. 269–275. <https://doi.org/10.1002/fee.1260>

Li J., Hu Q. Using culturomics and social media data to characterize wildlife consumption // *Conservation Biology*. 2021. Vol. 35, no. 2. P. 452–459. <https://doi.org/10.1111/cobi.13703>

McClure E. C., Sievers M., Brown C. J., Buelow C. A., Ditria E. M., Hayes M. A., Pearson R. M., Tulloch V. J., Unsworth R. K., Connolly R. M. Artificial Intelligence Meets Citizen Science to Supercharge Ecological Monitoring // *Perspective*. 2020. Vol. 1, no. 7. P. 100109. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2020.100109>

Michel J. B., Shen Y. K., Aiden A. P., Veres A., Gray M. K., Google Books Team, 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. Vol. 331, no. 6014. P. 176–182. <https://doi.org/10.1126/science.1199644>

Middel A., Nazarian N., Demuzere M., Bechtel B. Urban Climate Informatics: An Emerging Research Field // *Frontiers in Environmental Science*. 2022. No. 10. P. 867434. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.867434>

Milcu A. I., Hanspach J., Abson D., Fischer J. Cultural ecosystem services: a literature review and prospects for future research // *Ecology and Society*. 2013. Vol. 18, no. 3. P. 44. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05790-180344>

Moon K., Blackman D. A., Adams V. M., Colvin R. M., Davila F., Evans M. C., Januchowski-Hartley S. R., Bennett N. J., Dickinson H., Sandbrook C., Sherren K., St. John F. A., van Kerkhoff L., Wyborn C. Expanding the role of social science in conservation through an engagement with philosophy, methodology, and methods // *Methods in Ecology and Evolution*. 2019. No. 10. P. 294–302. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13126>

Pecl G. T., Stuart-Smith J., Walsh P. W., Bray D. J., Kusetic M., Burgess M., Frusher S., Gledhill D. C., George O., Jackson G., Keane J. P., Martin V. Y., Nursey-Bray M., Pender A., Robinson L. M., Rowling K., Sheaves M., Moltschanivskyj N. A. Redmap Australia: Challenges and Successes With a Large-Scale Citizen Science-Based Approach to Ecological Monitoring and Community Engagement on Climate Change // *Frontiers in Marine Science*. 2019. No. 6. P. 349. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00349>

Richards D. R., Friess D. A. A rapid indicator of cultural ecosystem service usage at a fine spatial scale: Content analysis of social media photographs // *Ecological Indicators*. 2015. No. 53. P. 187–195. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.01.034>

Smith K. H., Tyre A. J., Tang Z., Hayes M. J., Akyuz F. A. Calibrating Human Attention as Indicator Monitoring #drought in the Twittersphere // *Bulletin of the American Meteorological Society*. 2020. Vol. 101, no. 10. P. E1801 — E1819. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0342.1>

Troumbis A. Y. The time and timing components of conservation culturomics cycles and scenarios of public interest in the Google era // *Biodiversity and Conservation*. 2019. No. 28. P. 1717–1727. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01750-7>

Troumbis A. Y., Iosifidis S. A decade of Google Trends-based Conservation culturomics research: A critical evaluation of an evolving epistemology // *Biological Conservation*. 2020. № 248. P. 10864. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108647>

Vieira F. A. S., Santos D. T. V., Bragagnolo C., Campos-Silva J. V., Correia R. A. H., Jepson P., Malhado A. C. M., Ladle R. J. Social media data reveals multiple cultural services along the 8.500 kilometers of Brazilian coastline // *Ocean & Coastal Management*. 2021. No. 214. P. 105918. <https://doi.org/10.1016/j.ocemoaman.2021.105918>

Wang Z., Zhu Z., Xu M., Qureshi S. Fine-grained assessment of greenspace satisfaction at regional scale using content analysis of social media and machine learning // *Science of The Total Environment*. 2021. No. 776. P. 145908. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145908>

Wiegmann M., Kersten J., Senaratne H., Potthast M., Klan F., Stein B. Opportunities and risks of disaster data from social media: a systematic review of incident information // *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2021. No. 21. P. 1431–1444. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-1431-2021>

Yang J. Big data and the future of urban ecology: From the concept to results // *Science China Earth Sciences*. 2020. № 63. P. 1443–1456. <https://doi.org/10.1007/s11430-020-9666-3>

Young J. C., Arthur R., Spruce M., Williams H. T. Social Sensing of Heatwaves // *Sensors*. 2021. No. 21. P. 3717. <https://doi.org/10.3390/s21113717>

REFERENCES

Ecosystems and human well-being: an assessment framework. Report of the conceptual working group on the “Millennium Ecosystem Assessment”, 2005. Island Press.

Balmford, A., & Cowling, R. M. (2006). Fusion or Failure? The Future of Conservation Biology. *Conservation Biology*, 20, 692–695. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00434.x>

- Bennett, N. J., Roth, R., Klain, S. C., Chan, K. M., Clark, D. A., Cullman, G., Epstein, G., Nelson, M. P., Stedman, R. C., Teel, T. L., Thomas, R. E., Wyborn, C., Curran, D., Greenberg, A., Sandlos, J., & Veríssimo, D. (2016). Mainstreaming the social sciences in conservation. *Conservation Biology*, 31 (1), 56–66. <https://doi.org/10.1111/cobi.12788>
- Bennett, N. J., Roth, R., Klain, S. C., Chan, K. M., Christie, P., Clark, D. A., Cullman, G., Curran, D., Durbin, T. J., Epstein, G., Greenberg, A., Nelson, M. P., Sandlos, J., Stedman, R. C., Teel, T. L., Thomas, R. E., Veríssimo, D., & Wyborn, C. (2017). Conservation social science: Understanding and integrating human dimensions to improve conservation. *Biological Conservation*, 205, 93–108. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.10.006>
- Bennett, N. J., & Roth, R. (2018). Realizing the transformative potential of conservation through the social sciences, arts and humanities. *Biological Conservation*, 229, A6–A8. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.07.023>
- Bennett, N. J. (2016). Using perceptions as evidence to improve conservation and environmental management. *Conservation Biology*, 30(3), 582–592. <https://doi.org/10.1111/cobi.12681>
- Boldroccchi, G., & Storai, T. (2021). Data-mining social media platforms highlights conservation action for the Mediterranean Critically Endangered blue shark *Prionace glauca*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 31(11), 3087–3099. <https://doi.org/10.1002/aqc.3690>
- Chamberlain, J. (2018). Using Social Media for Biomonitoring: How Facebook, Twitter, Flickr and Other Social Networking Platforms Can Provide Large-Scale Biodiversity Data. *Advances in Ecological Research*, 59, 133–168. <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2018.06.001>
- Correia, R. A., & Di Minin, E. (2023). Tracking worldwide interest in sustainable development goals using culturomics. *PLOS Sustainability and Transformation*, 2 (6), e0000070. <https://doi.org/10.1371/journal.pstr.0000070>
- Correia, R. A., Ladle, R. J., Jarić, I., Malhado, A. C., Mittermeier, J. C., Roll, U., Soriano-Redondo, A., Veríssimo, D., Fink, C., Hausmann, A., Guedes-Santos, J., Vardi, R., & Di Minin, E. (2021). Digital data sources and methods for conservation culturomics. *Conservation Biology*, 35(2), 39–411. <https://doi.org/10.1111/cobi.13706>
- Creutzig, F., Lohrey, S., Bai, X., Baklanov, A. A., Dawson, R. J., Dhakal, S., Lamb, W. F., McPhearson, T., Minx, J. C., Muñoz, E., & Walsh, B. (2019). Upscaling urban data science for global climate solutions. *Global Sustainability*, 2, e2. <https://doi.org/10.1017/sus.2018.16>
- Daume, S., Albert, M., Gadow, K. V. (2014). Forest monitoring and social media — Complementary data sources for ecosystem surveillance? *Forest Ecology and Management*, 316, 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.09.004>
- Daume, S., & Galaz, V. (2016). “Anyone Know What Species This Is?” — Twitter Conversations as Embryonic Citizen Science Communities. *PLoS ONE*, 11(3), e0151387. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151387>
- Daume, S. (2016). Mining Twitter to monitor invasive alien species — An analytical framework and sample information topologies. *Ecological Informatics*, 31, 70–82. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2015.11.014>

- Di Minin, E., Tenkanen, H., & Toivonen, T. (2015). Prospects and challenges for social media data in conservation science. *Frontiers in Environmental Science*, 3, 63. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2015.00063>
- Farley, S., Dawson, A., Goring, S. J., & Williams, J. W. (2018). Situating Ecology as a Big-Data Science: Current Advances, Challenges, and Solutions. *BioScience*, 68(8), 563–576. <https://doi.org/10.1093/biosci/biy068>
- Fink, C. (2021). *Digital Conservation. Novel methods and online data to address the biodiversity crisis*. PhD Dissertation. Helsinki: University of Helsinki.
- Fink, C., Toivonen, T., Correia, R. A., & Minin, E. D. (2021). Mapping the online songbird trade in Indonesia. *Applied Geography*, 134, 102505. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2021.102505>
- Ghermandi, A., Langemeyer, J., Van Berkel, D., Calcagni, F., Depietri, Y., Egarter Vigl, L., Fox, N., Havinga, I., Jäger, H., Kaiser, N. N., Karasov, O., McPhearson, T., Podschun, S. A., Ruiz-Frau, A., Sinclair, M., Venohr, M., & Wood, S. A. (2023). Social media data for environmental sustainability: A critical review of opportunities, threats, and ethical use. *One Earth*, 6(3), 236–250. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.02.008>
- Ghermandi, A., & Sinclair, M. (2019). Passive crowdsourcing of social media in environmental research: A systematic map. *Global Environmental Change*, 55, 36–47. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.02.003>
- Grasso, V., Crisci, A., Morabito, M., Nesi, P., & Pantaleo, G. (2017). Public crowdsensing of heat waves by social media data. *Advances in Science and Research*, 14, 217–226. <https://doi.org/10.5194/asr-14-217-2017>
- Hale, R. L., Cook, E. M., & Beltrán, B. J. (2019). Cultural ecosystem services provided by rivers across diverse social-ecological landscapes: A social media analysis. *Ecological Indicators*, 107, 105580. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105580>
- Heikinheimo, V., Minin, E. D., Tenkanen, H., Hausmann, A., Erkkonen, J., & Toivonen, T. (2017). User-Generated Geographic Information for Visitor Monitoring in a National Park: A Comparison of Social Media Data and Visitor Survey. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(3), 85. <https://doi.org/10.3390/ijgi6030085>
- Hey, T., Tansley, S., & Tolle, K. (2009). Jim Grey on eScience: A transformed scientific method. In: Hey, T., Tansley, S., & Tolle, K., (Eds.), *The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery* (pp. xvii — xxxi). Redmond: Microsoft Research
- Ilieva, R. T., & McPhearson, T. (2018). Social-media data for urban sustainability. *Nature Sustainability*, 1, 553–565. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0153-6>
- Jarić, I., Bellard, C., Correia, R. A., Courchamp, F., Douda, K., Essl, F., Jeschke, J. M., Kalinkat, G., Kalous, L., Lennox, R. J., Nóvoa, A., Proulx, R., Pyšek, P., Soriano-Redondo, A., Souza, A. T., Vardi, R., Veríssimo, D., & Roll, U. (2021). Invasion Culturomics and iEcology. *Conservation Biology*, 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. J., Soriano-Redondo, A., Souza, A. T., & Roll, U. (2020). iEcology: Harnessing Large Online Resources to Generate Ecological Insights. *Trends in ecology & evolution*, 35(7), 630–639. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.03.003>

- Kay, S., Zhao, B., Sui, D. (2015). Can Social Media Clear the Air? A Case Study of the Air Pollution Problem in Chinese Cities. *The Professional Geographer*, 67(3), 351–363. <https://doi.org/10.1080/00330124.2014.970838>
- Kotera, M. M., & Phillott, A. D. (2022). Conservation Culturomics: Potential Applications in South Asia. *Asian Journal of Environment & Ecology*, 19(2), 54–61. <https://doi.org/10.9734/ajee/2022/v19i230344>
- Ladle, R. J., Correia, R. A., Do, Y., Joo, G.-J., Malhado, A. C. M., Proulx, R., Roberge, J.-M., & Jepson P. (2016). Conservation culturomics. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(5), 269–275. <https://doi.org/10.1002/fee.1260>
- Li, J., Hu, Q. (2021). Using culturomics and social media data to characterize wildlife consumption. *Conservation Biology* 35(2), 452–459. <https://doi.org/10.1111/cobi.13703>
- McClure, E. C., Sievers, M., Brown, C. J., Buelow, C. A., Ditria, E. M., Hayes, M. A., Pearson, R. M., Tulloch, V. J., Unsworth, R. K., & Connolly, R. M. (2020). *Artificial Intelligence Meets Citizen Science to Supercharge Ecological Monitoring*. *Patterns*, 1(7), 100109. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2020.100109>
- Michel, J. B., Shen, Y. K., Aiden, A. P., Veres, A., Gray, M. K., Google Books Team, Pickett, J. P., Hoiberg, D., Clancy, D., Norvig, P., Orwant, J., Pinker, S., Nowak, M. A., & Aiden, E. L. (2011). Quantitative analysis of culture using millions of digitized books. *Science*, 331(6014), 176–182. <https://doi.org/10.1126/science.1199644>
- Middel, A., Nazarian, N., Demuzere, M., & Bechtel, B. (2022). Urban Climate Informatics: An Emerging Research Field. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 867434. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.867434>
- Milcu, A. I., Hanspach, J., Abson, D., & Fischer, J. (2013). Cultural ecosystem services: a literature review and prospects for future research. *Ecology and Society* 18(3), 44. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05790-180344>
- Moon, K., Blackman, D. A., Adams, V. M., Colvin, R. M., Davila, F., Evans, M. C., Januchowski-Hartley, S. R., Bennett, N. J., Dickinson, H., Sandbrook, C., Sherren, K., St. John, F. A., van Kerkhoff, L., & Wyborn, C. (2019). Expanding the role of social science in conservation through an engagement with philosophy, methodology, and methods. *Methods in Ecology and Evolution*, 10, 294–302. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13126>
- Pecl, G. T., Stuart-Smith, J., Walsh, P. W., Bray, D. J., Kusetic, M., Burgess, M., Frusher, S., Gledhill, D. C., George, O., Jackson, G., Keane, J. P., Martin, V. Y., Nursey-Bray, M., Pender, A., Robinson, L. M., Rowling, K., Sheaves, M., & Moltschanivskyj, N. A. (2019). Redmap Australia: Challenges and Successes With a Large-Scale Citizen Science-Based Approach to Ecological Monitoring and Community Engagement on Climate Change. *Frontiers in Marine Science*, 6, 349. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00349>
- Richards, D. R., & Friess, D. A. (2015). A rapid indicator of cultural ecosystem service usage at a fine spatial scale: Content analysis of social media photographs. *Ecological Indicators*, 53, 187–195. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.01.034>
- Smith, K. H., Tyre, A. J., Tang, Z., Hayes, M. J., & Akyuz, F. A. (2020). Calibrating Human Attention as Indicator Monitoring #drought in the Twittersphere. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 101(10), E1801–E1819. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0342.1>

- Troumbis, A. Y. (2019). The time and timing components of conservation culturomics cycles and scenarios of public interest in the Google era. *Biodiversity and Conservation*, 28, 1717–1727. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01750-7>
- Troumbis, A. Y., & Iosifidis, S. (2020). A decade of Google Trends-based Conservation culturomics research: A critical evaluation of an evolving epistemology. *Biological Conservation*, 248, 108647. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108647>
- Vieira, S. F. A., Vinhas Santos, D. T., Bragagnolo, C., Campos-Silva, J. V., Henriques Correia, R. A., Jepson, P. R., Mendes Malhado, A. C., & Ladle, R. J. (2021). Social media data reveals multiple cultural services along the 8.500 kilometers of Brazilian coastline. *Ocean & Coastal Management*, 214, 105918. <https://doi.org/10.1016/j.ocemoaman.2021.105918>
- Wang, Z., Zhu, Z., Xu, M., & Qureshi, S. (2021). Fine-grained assessment of greenspace satisfaction at regional scale using content analysis of social media and machine learning. *Science of the Total Environment*, 776, 145908. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145908>
- Wiegmann, M., Wiegmann, M., Kersten, J., Senaratne, H., Potthast, M., Klan, F., & Stein, B. (2020). Opportunities and risks of disaster data from social media: a systematic review of incident information. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 21, 1431–1444. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-1431-2021>
- Yang, J. (2020). Big data and the future of urban ecology: From the concept to results. *Science China Earth Sciences*, 63, 1443–1456. <https://doi.org/10.1007/s11430-020-9666-3>
- Young, J. C., Arthur, R., Spruce, M. D., & Williams, H. T. (2021). Social Sensing of Heat-waves. *Sensors*, 21, 3717. <https://doi.org/10.3390/s21113717>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Евгений Викторович Щекотин — канд. филос. наук, зав. кафедрой философии, истории и права Сибирского государственного университета водного транспорта, доцент кафедры философии и истории Сибирского государственного университета телекоммуникации и информатики, доцент кафедры социологии Новосибирского государственного университета экономики и управления, доцент кафедры социологии Томского государственного университета, г. Новосибирск, Россия.

Evgeniy V. Shchekotin — Cand. of Philosophy, Head of the Department of Philosophy, History and Law of the Siberian State University of Water Transport, Docent of the Department of Philosophy and History of the Siberian State University of Telecommunications and Informatics, Docent of the Department of Sociology of the Novosibirsk State University of Economics and Management, Docent of the Department of Sociology of Tomsk State University, Novosibirsk, Russia.

Статья поступила в редакцию 20.04.2025;
одобрена после рецензирования 12.05.2025;
принята к публикации 15.05.2025.

The article was submitted 20.04.2025;
approved after reviewing 12.05.2025;
accepted for publication 15.05.2025.