

УДК 001.92

<http://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-8-743-752>

Развитие гражданской науки как механизма создания научного знания в цифровой среде

Наталья Валерьевна Василенко¹, Анна Юрьевна Румянцева²✉^{1, 2} Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, Санкт-Петербург, Россия¹ n.vasilenko@spbacu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9031-6038>² a.rumyantseva@spbacu.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-7279-5306>

Аннотация

Цель. Выявление причин и факторов, обуславливающих положительный эффект интеграции усилий представителей институализированной (профессиональной) и социальной (гражданской) науки для получения нового знания в цифровой среде. Настоящее исследование направлено на изучение феномена «гражданская наука» в контексте современных тенденций развития механизмов создания научного знания.

Задачи. Рассмотреть подходы к пониманию сущности понятия «гражданская наука» в соотношении с концепциями партисипации, распределенного знания, Науки 2.0 и др.; выявить возможности и перспективные области кооперации профессиональной и гражданской науки; сформулировать условия и направления дальнейшего развития механизмов создания научного знания с участием научного волонтерства.

Методология. С помощью общих методов научного познания в различных аспектах рассмотрены феномен и понятие «гражданская наука» как важная составляющая механизмов создания научного знания в проектной форме с применением возможностей цифровых инструментов и сетевых технологий.

Результаты. Охарактеризованы генезис и приоритетные направления развития гражданской науки. Аргументированы основания и факторы комплементарности профессиональной и гражданской науки. Развитие цифровых инструментов и сетевых технологий рассмотрено в качестве существенного условия дальнейшего развития механизмов создания научного знания.

Выводы. Развитие гражданской науки представляет собой закономерный этап развития общества, в котором для его дальнейшего развития необходима консолидация усилий носителей различных компетенций для сбора и обработки научных данных.

Ключевые слова: гражданская наука, научное волонтерство, принцип участия, неравномерность участия, механизмы создания знания, распределенное знание, сетевые технологии, цифровые технологии

Для цитирования: Василенко Н. В., Румянцева А. Ю. Развитие гражданской науки как механизма создания научного знания в цифровой среде // *Экономика и управление*. 2022. Т. 28. № 8. С. 743–752. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-8-743-752>

Development of citizen science as a mechanism of scientific knowledge creation in the digital environment

Natalia V. Vasilenko¹, Anna Yu. Rumyantseva²✉

^{1, 2} St. Petersburg University of Management Technologies and Economics, St. Petersburg, Russia

¹ n.vasilenko@spbacu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9031-6038>

² a.rumyantseva@spbacu.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0001-7279-5306>

Abstract

Aim. The presented study aims to identify the causes and factors that determine the positive effect of integrating the efforts of the representatives of institutionalized (professional) and social (citizen) science to obtain new knowledge in the digital environment; to investigate the phenomenon of “citizen science” in the context of current trends in the development of scientific knowledge creation mechanisms.

Tasks. The authors examine approaches to understanding the essence of the concept of “citizen science” in relation to the concepts of participation, distributed knowledge, Science 2.0, etc.; identify opportunities and promising areas for the collaboration between professional and citizen science; formulate conditions and directions for further development of scientific knowledge creation mechanisms involving scientific volunteering.

Methods. This study uses general scientific methods of cognition in various aspects to consider the phenomenon and concept of “citizen science” as a vital component of the mechanisms of scientific knowledge creation in project form using the capabilities of digital tools and network technology.

Results. The genesis and priority directions for the development of citizen science are described. The reasons and factors of complementarity between professional and citizen science are substantiated. The development of digital tools and network technology is considered as an essential condition for further development of scientific knowledge creation mechanisms.

Conclusions. The development of citizen science is a natural stage in the development of society, which requires consolidated efforts of the bearers of different competencies to collect and process scientific data for further development.

Keywords: *citizen science, scientific volunteering, principle of participation, participation inequality, knowledge creation mechanisms, distributed knowledge, network technology, digital technology*

For citation: Vasilenko N.V., Rumyantseva A.Y. Development of citizen science as a mechanism of scientific knowledge creation in the digital environment. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2022;28(8):743-752. (In Russ.). <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-8-743-752>

Введение

Участие обычных граждан в научных исследованиях имеет давнюю историю. Так, в Древнем Китае с целью сохранения урожая сельскохозяйственных культур местные жители проводили наблюдения за сезонными миграциями саранчи [1], а научные академии XVIII в. привлекали широкую общественность для поиска решений актуальных для того времени научных и технических проблем, присуждая призы авторам лучших предложений независимо от рода их занятий и социального статуса [2]. С XVIII в. добровольцы, в число которых входили смотрители маяков, ведут наблюдения за птицами, а с XIX — за приливами и погодой [3].

Развитие технологических, экономических и социальных процессов сопровождалось изменениями в структуре, методах получения и верификации научного знания, в том числе ростом значимости естественно-научных направлений [4; 5], усилением профессиональной специализации исследователей, распространением применимости количественных методов. Вместе с тем увеличение количества циркулирующей в обществе информации, имеющей в том числе практическое значение для промышленности и других экономических отраслей, требовало привлечения все большего объема трудовых усилий. Сетевизация и цифровизация научных и общественных коммуникаций, создавая новые возможности для сбора и обработки данных, только усилили эту потребность.

Одним из направлений ослабления противоречия между ресурсными ограничениями профессиональной науки и практической необходимостью решения социально-экономических задач в усложняющемся нелинейном мире становится добровольное и, как правило, материально неподкрепленное участие в исследовательских проектах обычных граждан. Такое участие находит закрепление в феномене гражданской науки, в России часто обозначаемом термином «научное волонтерство», отражающем трансформацию познавательной деятельности с целью создания не только научного, но и общезначимого знания [4]. Становление концепции гражданской науки, то есть новой познавательной парадигмы, как правило, связано, во-первых, с наличием достаточного уровня общей культуры населения вследствие массовизации высшего образования в конце XX в., во-вторых, — с информатизацией и цифровизацией общества, обеспечивающих широкую доступность технических средств и технологий, позволяющих собирать, фиксировать и передавать данные разного содержания в различной форме [6]. В настоящее время формы участия граждан в научных исследованиях многообразны: от предоставления свободных вычислительных мощностей персональных компьютеров до решения научных головоломок в режиме геймификации, от наблюдений за природными явлениями, животными и растениями (активные формы) до добровольного участия в психологических и медицинских экспериментах (пассивные формы) [7].

Коллаборация профессиональных исследователей и их добровольных помощников институализируется при помощи, с одной стороны, различных ассоциаций, в частности российской Ассоциации коммуникаторов в сфере образования и науки (АКСОН) или Европейской ассоциации гражданской науки (ECSA), с другой — виртуальных платформ-агрегаторов (например, “Zooniverse”, “Citizen Science Games”, «Люди науки», “Scistarter”), выполняющих посредническую функцию, а также предоставляющих поисковые сервисы и обучающие модули. Осмысление различных аспектов гражданской науки как важнейшего социального тренда осуществляется в рамках трех подходов. Первый связан с реализацией принципа участия (партиципации),

в том числе через партиципативную культуру неформального наставничества [8]; проявлением «гражданских практик» в условиях расширения возможностей граждан в осуществлении мероприятий, формированием знаний и информации для принятия решений в поисковые сервисы и социально значимых областях, приводящих в целом к демократизации науки [9].

Второй подход объединяет различные теории и концепции, связанные с изменением характеристик познавательного процесса при опоре на преимущества коллективного характера создания знания в ситуации растущей многозадачности, нелинейности, трансдисциплинарности и неопределенности процессов, условий и результатов [10]. К этому подходу следует прежде всего отнести такие концепции, как «мудрость толпы», обосновывающую рациональность решений, принимаемых большинством [11]; «общество знания», в котором для реализации функции научных знаний как ведущего производственного ресурса должно быть обеспечено встраивание науки в социальный контекст; концепцию «открытые инновации», предполагающую перспективность привлечения внешних идей различными способами [12]; концепцию «распределенного знания» [4], подразумевающую необходимость коллективной деятельности по формированию знания при разделении труда на уровне различных когнитивных задач, значимых в контексте общей познавательной цели, и ряд др. Третий подход сфокусирован на технологической поддержке проектов гражданской науки цифровыми технологиями и соотносится с концепциями «Наука 2.0», расширяющей возможности для сбора данных, в том числе непрофессионалами [13], на базе улучшающей качество данных автоматизации [14]; «сетевой гражданской науки» [12], использующей возможности глобальной коммуникации и укрупнения проектов, качественной визуализации информации, более эффективных форм взаимодействия волонтеров и ученых.

Несмотря на существующие исследования в области модельного представления деятельности волонтеров в научных проектах, например, при помощи «лестницы гражданской науки» Хакляя [5], концепции неравномерности участия (*participation inequality*) Нильсена или триады «профессионал — дилетант — публика» [15],

вопрос объективной комплементарности профессиональной и непрофессиональной научных составляющих, ее интегративных эффектов для решения современных исследовательских задач остается малоизученным, что и определило цель настоящего исследования.

Методология

Нельзя не обратить внимание на многообразие терминов в области под названием «гражданская наука», анализируемой в контексте настоящего исследования. В российской традиции противоположным гражданской науке является военная наука, поэтому в значении отсутствия привязки к профессиональной деятельности применяются такие термины, как наука «народная» [16], «любительская», «всеобщая» [10] и «научное волонтерство». В англоязычной традиции обнаружен термин «crowd science», что в переводе означает «коллективная наука». В проведенном нами исследовании термины «гражданская наука» и «научное волонтерство» используются в качестве синонимов.

Теоретическую базу исследования составили общенаучные методы (анализ, обобщение, сравнение), а также партисипативный, коммуникативный, сетевой и проектный подходы. На концептуальном уровне понятие «гражданская наука» трактуется как специфическая форма познавательного процесса в ходе научной коммуникации с доминантой неиерархических горизонтальных взаимодействий формально институционализованного научного сообщества и граждан, интегрирующихся в научную среду в процессе непосредственного участия в исследовательской деятельности и приобретения ими новых знаний и компетенций [16]. При этом достигается переориентация элитарной в прежние века науки на решение задач, значимых для большинства населения, а усиление доверия к научным исследованиям и широкое демократическое участие создают предпосылки для решения сложных современных проблем, стоящих перед обществом [17].

На эмпирическом уровне феномен «гражданская наука» рассматривается как совокупность проектов, направленных на решение социально значимых практико-ориентированных задач, реализуемых на добровольных началах гражданами

с различными социальными характеристиками, в рамках разработанного профессиональными учеными дизайна, учитывающего усложнение процессов общественного развития в условиях цифровизации, основанного на сетевых формах коммуникации между участниками [6]. Указанные методологические предпосылки в широком аспекте совпадают с подходами основоположников современного понимания сущности гражданской науки Алана Ирвина, призывавшего еще в середине 1990-х гг. к повышению ответственности науки перед обществом и открытости процесса приращения научного знания [18], а также Рика Бонни, делавшего акцент на сотрудничестве профессионалов и непрофессионалов в поиске ответов на практические вопросы [13].

Важной гипотезой комплементарности профессиональной и гражданской науки является взаимовыгодность взаимодействия между ними, базирующегося на таких ценностях, как знания, доверие и взаимопомощь, обусловленного двумя встречными процессами, в одном направлении — привлечение ученых к общественно значимой работе, в другом — вовлечение общественности в научные процессы. Таким образом, повышение общественной значимости научных исследований ресурсно поддерживается ростом проектов гражданской науки и волонтеров, принимающих в них то или иное участие [17].

Результаты и их обсуждение

Отправной точкой формирования активного научного волонтерства служит тот этап развития науки, когда процесс институционализации научных исследований привел к трансформации науки из элитного занятия для избранных в профессию многих с высоким социальным статусом, а развитие технологий способствовало позиционированию экспериментальных методов как неотъемлемой части научного познания [3]. Однако применение теоретических и эмпирических методов требует разного уровня исследовательских компетенций, что и стало основой разделения функций между профессиональными учеными и волонтерами. Теоретические закономерности, подкрепленные обработкой экспериментальных либо первичных данных, являются результатом работы профессиональных исследователей,

а сбор и начальная обработка данных в соответствии с предлагаемой инструкцией — волонтеров.

Генезис бурного развития гражданской науки как социального феномена имеет такие же корни, как и массовое образование, поскольку порождается необходимостью разрешения противоречия между потребностью в решении практических задач для развития отраслей экономики, решении экологических проблем и т. д. и ресурсной ограниченностью институционализированной науки. В рамках настоящего исследования ресурсная ограниченность проявляется прежде всего в необходимости сбора и обработки растущего с каждым годом количества накапливаемых данных при технической и технологической возможностях их сбора и обработки, предоставленных цифровой средой.

Однако расширение ресурсной трудовой базы должно быть уравновешено обеспечением необходимого качества исследований, что может быть достигнуто только посредством открытого и равного доступа к научной информации и распространению научных знаний среди ненаучной общественности в условиях повышения самоорганизации профессиональных исследователей. Достижение и устойчивость равновесия могут быть гарантированы лишь системой взаимных выгод ученых и волонтеров с одной стороны и выигрышем общества в целом из-за возникающих интеграционных эффектов — с другой.

Проекты гражданской науки с точки зрения комплементарных выгод можно рассматривать в двух аспектах. Первый связан с разделением труда между учеными и волонтерами, а второй — с различиями в характеристиках участия волонтеров в проектах гражданской науки. Различия между функциями ученых и волонтеров в проектах гражданской науки можно проследить по таким критериям, как организация исследования, включая цели, задачи, научный аппарат и т. д.; разработка исследовательских алгоритмов и стандартов предоставления данных; интерпретация данных; подкрепление мотивации исследовательских усилий; методы закрепления статуса.

В первом и втором случаях научный волонтер получает научный ресурс от профессионального исследователя, развивая свои компетенции, удовлетворяя свое любопытство, получая социальный статус

в волонтерском сообществе. Все это с учетом так называемого эффекта первого года, заключающегося в улучшении показателей точности данных, собираемых волонтерами посредством наблюдения и измерения [19], создает мотивационный эффект для продолжения волонтерской деятельности. В третьем случае ученый получает уникальный набор данных, часто недоступный для получения другими методами, для последующей обработки и интерпретации с целью приращения научного знания, повышения формального и неформального статуса в научном сообществе. Это создает в отношении него основу для мотивации, в том числе в форме экономического стимулирования, к продолжению работы в проектном формате гражданской науки. Кроме того, обратная связь с волонтерами позволяет улучшать стандарты проводимых исследований, добиваясь повышения качества собираемых данных и их интерпретаций.

В пятом случае на первый взгляд преимущество имеет только профессиональный исследователь, поскольку он может закрепить свой научный статус формально через публикации, защиту диссертации на соискание ученой степени, получение ученого звания, гранта, развитие преподавательской деятельности. Однако профессиональный исследователь ограничен специализацией, в противном случае он, скорее, будет выступать продвинутым волонтером. Пятый случай интересен тем, что через волонтерскую деятельность возможна, во-первых, смена статуса волонтера, например, при принятии им решения продолжить образование на более высокой ступени с институционализацией научного статуса; во-вторых, расширение сферы исследований профессионального ученого. Для более подробного изучения размытости границы «профессионал — волонтер» перспективно выделять промежуточные роли в проектах гражданской науки, например, препрофессионалы, полупрофессионалы, постпрофессионалы и т. д. [15].

Более детальное изучение комплементарных выгод предполагает учет форм и активности участия волонтеров в проектах гражданской науки. Для этого может быть применена концепция «лестница гражданской науки» Хаклая, состоящая из четырех «партиципативных» уровней [5]. На уровне краудсорсинга (первом) волонтеры пассив-

ны, предоставляя свои вычислительные ресурсы, данные с датчиков либо принимая участие в опросах. На уровне «распределенного интеллекта» (втором) волонтеры осуществляют первичный анализ данных и (или) их базовую интерпретацию, например, на уровне классификации. Уровень «научного участия» (третий) предполагает деятельность волонтеров не только по сбору и первичной обработке данных, но и уточнение элементов научного аппарата исследования, например, постановку задач. Выход на четвертый уровень, названный крайним, подразумевает более или менее равноправное взаимодействие ученых и волонтеров в процессах сбора, обработки и интерпретации данных, разработки аппарата исследования. Как видим, комплементарность деятельности ученых и волонтеров сохраняется, но изменяется ее качество, поскольку разделение функций сокращается по мере восхождения по «лестнице», а компетентность волонтеров растет.

Однако следует учитывать правило Нильсена 90-9-1, показывающее неравенство участия (*participation inequality*) в социальных сетях и онлайн-сообществах, которое в цифровой среде применимо и к проектам гражданской науки. Согласно этому правилу, наибольшую комплементарность усилиям ученых обеспечивает 1 % волонтеров, еще 9 % собирают данные время от времени, а остальные 90 % практически не вносят вклад в реализацию проекта.

Интеграция усилий профессиональных ученых и научных волонтеров приводит к возникновению ряда позитивных эффектов для науки и общества в целом [17]. В развитии науки основными эффектами служат новые исследовательские вопросы, наборы данных, модели, методы и алгоритмы, социально значимые знания. Повышается практическая значимость получаемых научных результатов и их общественное признание. Для общества в целом можно выделить следующие интегративные эффекты гражданской науки: более рациональное использование ресурсов, передаваемых на научные исследования; повышение финансовой и этической прозрачности получаемых результатов; направленность результатов на решение социально значимых крупных проблем; реализация образовательного потенциала научного волонтерства. Потенциал обучения гражданской

науки охватывает формирование аналитических и коммуникативных навыков, научного менталитета волонтеров, получение дополнительных знаний в конкретных областях, в том числе в сфере компьютерной и языковой грамотности [20], опыта публичного согласования интересов и ответственности [10].

Существенным условием и фактором эволюции гражданской науки можно признать развитие технологий. Цифровая среда создает новые возможности для получения, распространения и использования знаний [5]. Интернет создал предпосылки, с одной стороны, для укрупнения проектов, с другой — для повышения доступности участия в научном волонтерстве как в онлайн-, так и в офлайн-проектах.

Беспроводные сети, мобильные приложения смартфонов, «умные» часы помогают автоматизировать процесс наблюдений. Например, мониторинг температуры воздуха, громкости звука, интенсивности вибраций волонтер может измерять при помощи датчиков и передавать в облачное хранилище в режиме реального времени посредством технологии *IoT*. Мобильные устройства при помощи различных приложений могут упростить обработку фотографий, а дроны — собрать нужную информацию в труднодоступных для человека местах. Геолокационные сервисы, передающие данные в режиме реального времени, могут уточнять информацию о месторасположении волонтера. Важно, что такая автоматизация процесса сбора данных уменьшает количество ошибок, повышая качество исследований [14].

Широкое использование современных веб-сервисов и облачных технологий [21] улучшит генерацию метаданных, заполнение, актуализацию и внесение изменений, а также взаимодействие между базами данных. Проекты гражданской науки с применением геймификации, например, *Foldit* или *Mozak*, могут быть улучшены при помощи технологий виртуальной или дополненной реальности.

Дальнейшее развитие гражданской науки предполагает устранение ряда узких мест в реализации ее проектов. Исследование позволило нам выделить три направления необходимой работы: обеспечение точности и корректности собираемых данных; обеспечение информационной безопасности, охватывающее вопросы сохранности

и целостности персональных данных, например, собираемых в медицинских или психологических исследованиях, а также сведений, имеющих отношение к государственной тайне; поддержка мотивации участия в проектной деятельности.

При иных равных условиях вероятность ошибок в работе волонтера выше, чем профессионального исследователя. Однако такую вероятность снижает упоминавшийся «эффект первого года». Кроме того, большое количество данных при обработке нивелирует неверные точечные измерения [1]. Системно проблема снимается при помощи разработки процедур сбора и стандартов представления данных [6]; использования итерационного дизайна и протоколов с анализом полученных при тестировании проектного сайта результатов; подготовки волонтеров при необходимости решения сложных задач; калибровки стандартизованных измерительных устройств; учета релевантности метаданных об условиях сбора информации [22].

Проблема мотивации научного волонтерства находит выражение, во-первых, в необходимости доверия волонтеров к заявленным в исследовательском проекте целям, которые (например, взятие проб почвы или воды, составление карт местности) могут противоречить законодательству и (или) национальной безопасности; во-вторых, в соблюдении морально-этических норм, связанных с использованием бескорыстного волонтерского труда в ситуации финансирования исследований в форме грантов либо заработной платы организаторов научного проекта.

Заключение

Развитие гражданской науки как важной составляющей механизмов создания научного знания — это современный тренд развития общества, способствующий демократизации науки, повышению социальной значимости научных исследований, созданию возможностей для решения сложных проблем на основе взаимовыгодного сотрудничества профессиональных ученых и научных волонтеров в рамках специально организованной проектной деятельности в области астрономии, биологии, экологии, гидрологии, метеорологии и др. Комплементарность профессиональной и гражданской науки можно проследить в различии функций ученых и волонтеров с учетом концепций «лестница гражданской науки» и «неравномерность участия». Интегративные эффекты гражданской науки проявляются на уровне науки и общества в целом.

Сетевизация общественной жизни при помощи сети Интернет, цифровых технологий, распространение смартфонов с мобильными приложениями и облачных вычислений — все это создает технологические предпосылки для дальнейшего развития научного волонтерства, повышая качество собираемых данных. Для перспективы развития гражданской науки в России необходима проработка ее теоретической, методической и правовой базы, прежде всего в сферах обеспечения точности и корректности собираемых данных, информационной безопасности, а также поддержка мотивации участия волонтеров в проектной деятельности.

Список источников

1. Дерюгина О. Открыть звезду, не вставая со стула: что такое гражданская наука и на что она способна // НОЖ. 2021. 1 февраля. URL: <https://knife.media/civil-science/> (дата обращения: 20.07.2022).
2. Strasser B. J., Baudry J., Mahr D., Sanchez G., Tancoigne E. “Citizen Science“? Rethinking science and public participation // Science & Technology Studies. 2019. Vol. 32. No. 2. P. 52–76. DOI: 10.23987/sts.60425
3. Irwin A. Citizen Science. A Study of People, Expertise and Sustainable Development. London: Routledge, 1995. 212 p.
4. Соколова Т. Д. Гражданская и профессиональная наука: случай Великого эксперимента по изучению приливов // The Digital Scholar: Philosopher’s Lab / Цифровой ученый: лаборатория философа. 2020. Т. 3. № 4. С. 107–114. DOI: 10.5840/dspl20203443
5. Bonney R., Dickinson J. L. Overview of citizen science // Citizen science: Public participation in environmental research / eds. J. L. Dickinson, R. E. Bonney. Ithaca, NY: Cornell University Press, 2012. P. 19–26.
6. Муравьева А. А., Олейникова О. Н. Роль университетов в развитии дискурса гражданской науки // Университетское управление: практика и анализ. 2021. Т. 25. № 3. С. 45–55. DOI: 10.15826/umpra.2021.03.026

7. Hecker S., Haklay M., Bowser A., Makuch Z., Vogel J., Bonn A. Citizen science: Innovation in open science, society and policy. London: UCL Press, 2018. 542 p.
8. Пирожкова С. В. Принцип участия и современные механизмы производства знаний в науке // Эпистемология и философия науки. 2018. Т. 55. № 1. С. 67–82. DOI: 10.5840/eps20185519
9. Hoang C. 10 Things: Citizen science // NASA Science. 2018. April 11. URL: <https://solarsystem.nasa.gov/news/407/10-things-citizen-science/> (дата обращения: 20.07.2022).
10. Jenkins H. Confronting the challenges of participatory culture: Media education for the 21st century. Chicago, IL: The MacArthur Foundation, 2006. 72 p. URL: https://www.macfound.org/media/article_pdfs/jenkins_white_paper.pdf (дата обращения: 20.07.2022).
11. Mueller M. P., Tippins D., Bryan L. A. The future of citizen science // Democracy and Education. 2011. Vol. 20. No. 1. P. 1–12. URL: <https://democracyeducationjournal.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1026&context=home> (дата обращения: 20.07.2022).
12. Волкова А. В. Потенциал «гражданской науки» в общественно-политическом развитии // Социально-политические исследования. 2019. № 1. С. 41–50. DOI: 10.24411/2658-428X-2019-10337
13. Шуровески Дж. Мудрость толпы. Почему вместе мы умнее, чем поодиночке, и как коллективный разум формирует бизнес, экономику, общество и государство / пер. с англ. М.: Вильямс, 2007. 304 с.
14. Сараева Н. М., Игумнова Е. А., Махнач А. В., Микляева А. В., Горьковская И. А., Лактионова А. И., Постылякова Ю. В., Суханов А. А. Гражданская наука и международная коллаборация в социально-психологическом исследовании // Институт психологии Российской академии наук. Социальная и экономическая психология. 2021. Т. 6. № 4 (24). С. 6–33. DOI: 10.38098/ipran.sep_2021_24_4_01
15. Mazumdar S., Wrigley S., Ciravegna F. Citizen science and crowdsourcing for earth observations: An analysis of stakeholder opinions on the present and future // Remote Sensing. 2017. Vol. 9. No. 1. P. 87–107. DOI: 10.3390/rs9010087
16. Douthwaite L., Sprinks J. Citizen science and the professional-amateur divide: lessons from differing online practices // Journal of Science Communication. 2019. Vol. 18. No. 1. P. 1–18. DOI: 10.22323/2.18010206
17. Газоян А. Г. Гражданская наука как инструмент научной коммуникации: анализ российской практики // Nomothetika: Философия. Социология. Право. 2020. Т. 45. № 4. С. 810–817. DOI: 10.18413/2712-746X-2020-45-4-810-817
18. Махнач А. В., Лактионова А. И., Постылякова Ю. В. Гражданская наука в социально-психологических исследованиях // Институт психологии Российской академии наук. Социальная и экономическая психология. 2019. Т. 4. № 4 (16). С. 43–70.
19. Swanson A., Kosmala M., Lintott C., Packer C. A generalized approach for producing, quantifying, and validating citizen science data from wildlife images // Conservation Biology. 2016. Vol. 30. No. 3. P. 520–531. DOI: 10.1111/cobi.12695
20. Aristeidou M., Herodotou C. Online citizen science: A systematic review of effects on learning and scientific literacy // Citizen Science: Theory and Practice. 2020. Vol. 5. No. 1. P. 1–11. DOI: 10.5334/cstp.224
21. Фаталиев Т. Х., Вердиева Н. Н. Исследование возможностей применения решений Industry 4.0 в гражданской науке // Информационные технологии. Проблемы и решения. 2021. № 2. С. 39–44.
22. Kosmala M., Wiggins A., Swanson A., Simmons B. Assessing data quality in citizen science // Frontiers in Ecology and the Environment. 2016. Vol. 14. No. 10. P. 551–560. DOI: 10.1002/fee.1436

References

1. Deryugina O. Discover a star without getting up from your chair: What citizen science is, and what it is capable of. Nozh. Feb. 01, 2021. URL: <https://knife.media/civil-science/> (accessed on 20.07.2022). (In Russ.).
2. Strasser B.J., Baudry J., Mahr D., Sanchez G., Tancoigne E. “Citizen Science“? Rethinking science and public participation. *Science & Technology Studies*. 2019;32(2):52-76. DOI: 10.23987/sts.60425
3. Irwin A. Citizen science: A study of people, expertise and sustainable development. London: Routledge; 1995. 212 p.
4. Sokolova T.D. Citizen and professional science: The great tide experiment’s case. *The Digital Scholar: Philosopher’s Lab*. 2020;3(4):107-114. (In Russ.). DOI: 10.5840/dspl20203443

5. Bonney R., Dickinson J.L. Overview of citizen science. In: Dickinson J.L., Bonney R.E., Jr., eds. *Citizen science: Public participation in environmental research*. Ithaca, NY: Cornell University Press; 2012:19-26.
6. Muravyeva A.A., Oleynikova O.N. The universities' role in developing citizen science discourse. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz = University Management: Practice and Analysis*. 2021;25(3):45-55. (In Russ.). DOI: 10.15826/umpa.2021.03.026
7. Hecker S., Haklay M., Bowser A., Makuch Z., Vogel J., Bonn A., eds. *Citizen science: Innovation in open science, society and policy*. London: UCL Press; 2018. 542 p.
8. Pirozhkova S.V. The principle of participation and contemporary mechanisms of producing knowledge in science. *Epistemologiya i filosofiya nauki = Epistemology & Philosophy of Science*. 2018;55(1):67-82. (In Russ.). DOI: 10.5840/eps20185519
9. Hoang C. 10 things: Citizen science. NASA Science. Apr. 11, 2018. URL: <https://solarsystem.nasa.gov/news/407/10-things-citizen-science/> (accessed on 20.07.2022).
10. Jenkins H. *Confronting the challenges of participatory culture: Media education for the 21st century*. Chicago, IL: The MacArthur Foundation; 2006. 72 p. URL: https://www.macfound.org/media/article_pdfs/jenkins_white_paper.pdf (accessed on 20.07.2022).
11. Mueller M.P., Tippins D., Bryan L.A. The future of citizen science. *Democracy and Education*. 2011;20(1):1-12. URL: <https://democracyeducationjournal.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1026&context=home> (accessed on 20.07.2022).
12. Volkova A.V. Potential of "civil science" in social and political development. *Sotsial'no-politicheskie issledovaniya = Social and Political Research*. 2019;(1):41-50. (In Russ.). DOI: 10.24411/2658-428X-2019-10337
13. Surowiecki J. *The wisdom of crowds: Why the many are smarter than the few and how collective wisdom shapes business, economies, societies, and nations*. New York, London: Doubleday; 2005. 336 p. (Russ. ed.: Surowiecki J. *Mudrost' toly. Pochemu vmeste my umnee, chem poodinochke, i kak kollektivnyi razum formiruet biznes, ekonomiku, obshchestvo i gosudarstvo*. Moscow: Williams; 2007. 304 p.).
14. Sarayeva N.M., Igumnova E.A., Makhnach A.V., Miklyayeva A.V., Gor'kovaya I.A., Laktionova A.I., Postylyakova Yu.V., Sukhanov A.A. Citizen science and international collaboration in social-psychological research. *Institut psikhologii Rossiiskoi akademii nauk. Sotsial'naya i ekonomicheskaya psikhologiya = Institute of Psychology Russian Academy of Sciences. Social and Economic Psychology*. 2021;6(4):6-33. (In Russ.). DOI: 10.38098/ipran.sep_2021_24_4_01
15. Mazumdar S., Wrigley S., Ciravegna F. Citizen science and crowdsourcing for earth observations: An analysis of stakeholder opinions on the present and future. *Remote Sensing*. 2017;9(1):87-107. DOI: 10.3390/rs9010087
16. Dowthwaite L., Sprinks J. Citizen science and the professional-amateur divide: Lessons from differing online practices. *Journal of Science Communication*. 2019;18(1):1-18. DOI: 10.22323/2.18010206
17. Gazoyan A.G. Citizen science as an instrument of science communication: Analysis of Russian practice. *Nomothetika: Filosofiya. Sotsiologiya. Pravo = Nomothetika: Philosophy. Sociology. Law*. 2020;45(4):810-817. (In Russ.). DOI: 10.18413/2712-746X-2020-45-4-810-817
18. Makhnach A.V., Laktionova A.I., Postylyakova Yu.V. Citizen science in socio-psychological research. *Institut psikhologii Rossiiskoi akademii nauk. Sotsial'naya i ekonomicheskaya psikhologiya = Institute of Psychology Russian Academy of Sciences. Social and Economic Psychology*. 2019;4(4):43-70. (In Russ.).
19. Swanson A., Kosmala M., Lintott C., Packer C. A generalized approach for producing, quantifying, and validating citizen science data from wildlife images. *Conservation Biology*. 2016;30(3):520-531. DOI: 10.1111/cobi.12695
20. Aristeidou M., Herodotou C. Online citizen science: A systematic review of effects on learning and scientific literacy. *Citizen Science: Theory and Practice*. 2020;5(1):1-11. DOI: 10.5334/cstp.224
21. Fataliyev T.Kh., Verdiyeva N.N. Investigation of application opportunities of Industry 4.0 solutions in citizen science. *Informatsionnye tekhnologii. Problemy i resheniya = Information Technology*. 2021;(2):39-44. (In Russ.).
22. Kosmala M., Wiggins A., Swanson A., Simmons B. Assessing data quality in citizen science. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2016;14(10):551-560. DOI: 10.1002/fee.1436

Сведения об авторах**Наталья Валерьевна Василенко**

доктор экономических наук, доцент, заведующий
кафедрой информационных технологий
и математики

Санкт-Петербургский университет технологий
управления и экономики

190103, Санкт-Петербург, Лермонтовский пр.,
д. 44а

Анна Юрьевна Румянцева

кандидат экономических наук, доцент, проректор
по науке и международной деятельности

Санкт-Петербургский университет технологий
управления и экономики

190103, Санкт-Петербург, Лермонтовский пр.,
д. 44а

Поступила в редакцию 26.07.2022
Прошла рецензирование 15.08.2022
Подписана в печать 02.09.2022

Information about Authors**Natalia V. Vasilenko**

DSci, PhD in Economics, Associate Professor,
Head of the Department of Information Technology
and Mathematics

St. Petersburg University of Management
Technologies and Economics

44A Lermontovskiy Ave., St. Petersburg 190103,
Russia

Anna Yu. Rumyantseva

PhD in Economics, Associate Professor,
Vice-Rector for Science and International Affairs

St. Petersburg University of Management
Technologies and Economics

44A Lermontovskiy Ave., St. Petersburg 190103,
Russia

Received 26.07.2022
Revised 15.08.2022
Accepted 02.09.2022

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие конфликта интересов,
связанных с публикацией данной статьи.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest
related to the publication of this article.