

УДК 592:004
DOI 10.52575/2712-9047-2026-8-1-132-144
EDN SKZEXR

Вклад наблюдений iNaturalist в глобальные цифровые данные о распространении беспозвоночных в Европейской России

Н.В. Иванова 

Институт математических проблем биологии РАН –
филиал ФИЦ «Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН»,
Россия, 142290, Московская обл., г. Пущино, ул. Профессора Виткевича, д. 1
E-mail: Natalya.dryomys@gmail.com

*Поступила в редакцию 22.12.2025; поступила после рецензирования 20.02.2026;
принята к публикации 21.02.2026*

Аннотация. Цель работы – оценка вклада наблюдений iNaturalist в доступные через глобальный портал о биоразнообразии GBIF данные о распространении пауков (Arthropoda, Arachnida, Araneae), жуужелиц (Arthropoda, Insecta, Carabidae) и дождевых червей (Annelida, Clitellata, Lumbricidae) в Европейской России. Показано, что наибольший вклад iNaturalist вносит в GBIF-данные о пауках, являясь для этой группы ведущим по числу записей источником. Однако на основе iNaturalist выявлено только 18,4–49,2 % от общего числа видов анализируемых групп беспозвоночных. Доля видов, представленных только в наблюдениях, невелика и составляет от 0 до 10,6 %. Состав наиболее часто регистрируемых видов в iNaturalist отличается от такового в научных источниках GBIF. Наблюдения iNaturalist существенно расширяют пространственный охват данных о распространении пауков и жуужелиц и незначительно дополняют сведения о распространении дождевых червей. Пространственное распределение точек встреч видов всех анализируемых групп беспозвоночных отклоняется от случайного.

Ключевые слова: GBIF, iNaturalist, Araneae, Carabidae, Lumbricidae, европейская часть России, научное волонтерство

Для цитирования: Иванова Н.В. 2026. Вклад наблюдений iNaturalist в глобальные цифровые данные о распространении беспозвоночных в Европейской России. *Полевой журнал биолога*, 8(1): 132–144. DOI: 10.52575/2712-9047-2026-8-1-132-144 EDN: SKZEXR

Contribution of iNaturalist Observations to Global Digital Data on the Distribution of Invertebrates in European Russia

Natalya V. Ivanova 

Institute of Mathematical Problems of Biology RAS – Keldysh Institute of Applied Mathematics
of Russian Academy of Sciences,
1 Professora Vitkevicha St, Pushchino, Moscow Region 142290, Russia
E-mail: Natalya.dryomys@gmail.com

Received December 22, 2025; Revised February 20, 2026; Accepted February 21, 2026

Abstract. The aim of this study was to assess the contribution of iNaturalist observations to occurrence data on spiders (order Araneae), ground beetles (family Carabidae), and earthworms (family Lumbricidae) in European Russia, which are available through the Global Biodiversity Information Facility. We have found that iNaturalist makes the largest contribution to GBIF data on spiders, being the leading source for this

group in terms of the number of records. However, as little as 18.4–49.2% of the total number of species in the analyzed groups of invertebrates are currently recorded on iNaturalist. The proportion of species represented only in observations is small, ranging from 0% to 10.6%. The composition of the most frequently recorded species in iNaturalist differs from that in GBIF scientific sources. A conclusion is drawn about iNaturalist observations significantly expanding the spatial coverage of data on the distribution of spiders and ground beetles and slightly supplementing information on the range of earthworms. Our findings reveal that the spatial distribution of species occurrences for all analyzed groups of invertebrates in various time periods was not random.

Keywords: GBIF, iNaturalist, Araneae, Carabidae, Lumbricidae, European part of Russia, citizen science

For citation: Ivanova N.V. 2026. Contribution of iNaturalist Observations to Global Digital Data on the Distribution of Invertebrates in European Russia. *Field Biologist Journal*, 8(1): 132–144. DOI: 10.52575/2712-9047-2026-8-1-132-144 EDN: SKZEXR

Введение

Актуальным трендом изучения биоразнообразия беспозвоночных животных (равно как и других таксономических групп организмов) является количественный анализ, проводимый в масштабах крупных географических регионов или всего мира [van den Hoogen et al., 2019; Phillips et al., 2021]. Это стало возможно благодаря развитию вычислительных мощностей и математических моделей, а также созданию доступных массивов данных о характеристиках окружающей среды и точках встреч биологических видов. Для многих регионов и таксономических групп сведения о находках видов остаются крайне ограниченными или вовсе отсутствуют [Cameron et al., 2019; Ivanova, Shashkov, 2020; Schultheiss et al., 2022; Potapov et al., 2024]. Это связано как со слабой изученностью отдельных территорий и (или) трудоемкостью полевых сборов, так и с низким уровнем оцифровки уже имеющихся данных. Неполные сведения о распространении видов могут привести к получению смещенных модельных оценок, которые не позволят адекватно оценить современное состояние биоразнообразия и спрогнозировать его динамику. Например, известно, что глобальная модель распространения сообществ дождевых червей [Phillips et al., 2019] существенно занижает оценки их видового разнообразия, численности и биомассы из-за крайне ограниченных входных данных о точках проведения полевых сборов [James et al., 2021; Ivanova et al., 2025].

Помимо научных коллекций, публикаций и личных архивов исследователей, важным источником сведений о находках видов могут быть наблюдения волонтеров, собираемые через мобильные приложения [Hognogi et al., 2023]. Эти приложения весьма разнообразны по своей функциональности, но, как правило, позволяют хранить информацию о названии вида, дате и месте его встречи, часто с фотографией или записью голоса. Объем наблюдений, сделанных волонтерами, возрастает значительно быстрее, чем пополняются и оцифровываются научные коллекции и публикации [Ivanova, Shashkov, 2020; Matutin et al., 2021]. На ноябрь 2025 года в крупнейшем мировом репозитории открытых данных о биоразнообразии Global Biodiversity Information Facility (GBIF) ведущими источниками являлись наблюдения из платформ научного волонтерства: орнитологической eBird [Sullivan et al., 2009, 2014] и универсальных по таксономическому охвату iNaturalist [Seltzer, 2019] и Observation.org [Rabadán-González et al., 2018]. Суммарно они составляли 2,0 млрд записей, или 57,3 % от всех данных, доступных через GBIF.

Вопрос применимости волонтерских данных для изучения разных таксономических групп остается дискуссионным. Например, под руководством ведущих отечественных флористов за пять лет существования проекта «Флора России» на платформе iNaturalist собрано более 4,9 млн наблюдений более чем 8,6 тыс. видов сосудистых растений, что позволило существенно дополнить сведения об их распространении [Seregin et al., 2020]. Также показано, что iNaturalist-наблюдения инвазивных видов дополняют сведения, собранные про-

фессиональными исследователями, и помогают получить более реалистичные модели ареалов [Dimson et al., 2023]. На примере видов семейства кошачьи (Felidae) выяснено, что экологические ниши крупных представителей этой группы одинаково хорошо реконструируются как на основе наблюдений волонтеров, так и по данным из научных источников [da Silva, Nabout, 2024].

Многих представителей беспозвоночных сложно (или невозможно) определить по фотографиям. Ранее было показано, что только 30 % iNaturalist-наблюдений дождевых червей семейства Lumbricidae можно идентифицировать до вида [Shashkov et al., 2024], а для термитов (Isoptera) – 79,9 % наблюдений остаются неидентифицированными [Hochmaer et al., 2020]. В то же время, в условиях дефицита данных, наблюдения волонтеров могут быть единственным источником информации о распространении целевого вида на той или иной территории [Ivanova, Shashkov, 2020], хотя вовлечение этих сведений в научный оборот требует дополнительных усилий по оценке качества определения [Иванова, 2023]. Поэтому исследование вклада наблюдений волонтеров в доступные цифровые данные о биоразнообразии разных таксономических групп является актуальной задачей.

Цель данной работы – оценить вклад наблюдений iNaturalist в доступные через портал GBIF данные о распространении трех таксономических групп беспозвоночных в европейской части России.

Материал и методы исследования

Использованные источники данных. Портал GBIF представляет собой агрегатор сведений о находках видов. Информация публикуется в виде наборов данных от имени зарегистрированных в GBIF организаций с сохранением авторства каждой записи. Каждый набор данных имеет идентификатор DOI. Правила использования данных определяет публикующая организация согласно одной из лицензий Creative Commons: CC-0, CC-BY или CC-BY-NC. Подробное описание работы портала представлено в руководстве [Raymond et al., 2022]. iNaturalist экспортирует данные в GBIF в виде отдельного набора данных [iNaturalist, 2012], в котором представлены только наблюдения, имеющие исследовательский статус (Research Grade). Он достигается при подтверждении определения вида одним или несколькими участниками сети iNaturalist. Кроме того, наблюдения должны иметь совместимую с GBIF лицензию [Callaghan et al., 2022; Иванова, 2023].

В данной работе мы рассматривали территорию европейской части России (без островов, эксклавов и гор Кавказа). В качестве модельных групп выбраны представители типа Arthropoda – пауки (Arachnida, Araneae) и жуки (Insecta, Carabidae), а также представители типа Annelida – дождевые черви (Clitellata, Lumbricidae). Через портал GBIF получены все доступные данные о находках представителей этих групп в исследуемом регионе [GBIF.org. Araneae, 2025, GBIF.org. Carabidae, 2025, GBIF.org. Lumbricidae, 2025]. Для каждой группы записи были разделены на две выборки: 1) из iNaturalist и 2) из других (далее в тексте – «научных») источников данных. Последние в большинстве своем представляют собой первичные или оцифрованные из опубликованных научных статей результаты полевых сборов. Записи об образцах из коллекций единичны и происходят из финской коллекции LUOMUS и некоторых других зарубежных естественно-исторических музеев.

Анализ данных. Расчеты и визуализация результатов выполнены в среде R [R Core Team, 2025]. Для каждой группы беспозвоночных проведен сравнительный анализ таксономического, временного и пространственного охвата наблюдений iNaturalist и данных из научных источников. Таксономический охват оценивали на основе числа видов в каждой выборке, характера распределения частот видов («скрипичные» диаграммы, пакет forcats) и диаграмм Венна (пакеты dplyr, ggplot2, ggVennDiagram). Анализ пространственного охвата проводили на основе картосхем, построенных при помощи функций пакета sf. Временной охват для каждой выборки оценивали по гистограммам распределения частот.

Анализ смещений (biases) проводили для каждой таксономической группы по всем имеющимся данным (наблюдения iNaturalist и научные источники). Использовали функции пакета occAssess [Boyd et al., 2021]. Для этого анализа записи в каждой выборке были разделены на 5 периодов, согласно указанному году сбора (наблюдения): с 1850 по 1900, с 1901 по 1950, с 1951 по 1975, с 1976 по 2000 и с 2001 по 2025. Продолжительность периодов и их границы определены на основе предыдущего этапа анализа данных [Shashkov et al., 2024]. Для каждого временного периода рассчитаны число записей и число видов, а также оценены отклонения пространственного распределения точек встреч видов от случайного. Последние были выявлены при помощи индекса ближайшего соседа [Clark, Evans, 1954]. В пакете occAssess этот индекс имеет модификацию для вычислений с учетом формы государственных и естественных природных границ, благодаря которой помимо точечной оценки рассчитывается также доверительный интервал (в данной работе 90 %). Значения индекса от 0 до 1 свидетельствуют о наличии кластеризации точек встреч целевых видов, более 1 – об их случайном распределении в пространстве.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты анализа выявили разное соотношение наблюдений iNaturalist и записей из научных источников для модельных групп беспозвоночных (см. таблицу). Для пауков iNaturalist был ведущим источником GBIF-данных – число наблюдений волонтеров в 1,6 раза превышало число записей из научных источников. Для жукелиц вклад iNaturalist был ниже и составил 19,3 %, для дождевых червей еще менее значительным – 3,2 % от общего числа записей в GBIF.

Вклад наблюдений iNaturalist в массив GBIF-данных
 о находках модельных групп беспозвоночных в европейской части России
 Contribution of iNaturalist observations to the GBIF occurrences
 of target groups of invertebrates in the European part of Russia

Источник данных / Data source	Araneae		Carabidae		Lumbricidae	
	Число записей / Number of records	Число видов / Number of species	Число записей / Number of records	Число видов / Number of species	Число записей / Number of records	Число видов / Number of species
iNaturalist	39643	495	9794	350	325	16
Научные источники	24692	1080	40818	635	9672	87

Результаты анализа распределений частот видов показали, что для каждой группы беспозвоночных вне зависимости от источника происхождения данных характерно наличие нескольких часто регистрируемых видов и множества встречающихся редко (рис. 1). Для пауков и жукелиц эта закономерность была более выражена в данных из iNaturalist. Так, наблюдения 20 наиболее часто наблюдаемых видов составляли 54,7 % от всей iNaturalist-выборки пауков и 67,3 % от выборки жукелиц. В сведениях из научных источников распределение частот видов было более равномерным. Записи о 20 наиболее часто регистрируемых видах пауков составляли 24,3 %, жукелиц – 33,1 %. Для дождевых червей в выборке из iNaturalist 46,5 % записей были представлены наблюдениями одного вида (*Lumbricus terrestris* Linnaeus, 1758). В выборке из научных источников записи о пяти самых часто регистрируемых видах этой группы составляли 72,8 % от всего ее объема.

Во всех анализируемых группах беспозвоночных состав наиболее часто регистрируемых видов по iNaturalist отличался от такого по данным из научных источников. Так среди десяти видов пауков, наиболее представленных в наблюдениях и научных источниках, отмечен только 1 общий вид, среди десяти видов жукелиц – 3. Для дождевых червей этот показа-

тель был равен 6, что, по всей видимости, связано с их низким видовым разнообразием. Результаты анализа при помощи диаграмм Венна подтвердили различия в видовом составе, выявляемом по наблюдениям iNaturalist и научным источникам GBIF (рис. 2). От всего объема данных по наблюдениям iNaturalist учтено 41,5 % видов пауков, 49,2 % видов жуужелиц и 18,4 % видов дождевых червей. Доля видов, выявленных только по iNaturalist, невелика и составила 9,3 % от всех видов пауков, 10,6 % – жуужелиц и 0 % – дождевых червей.

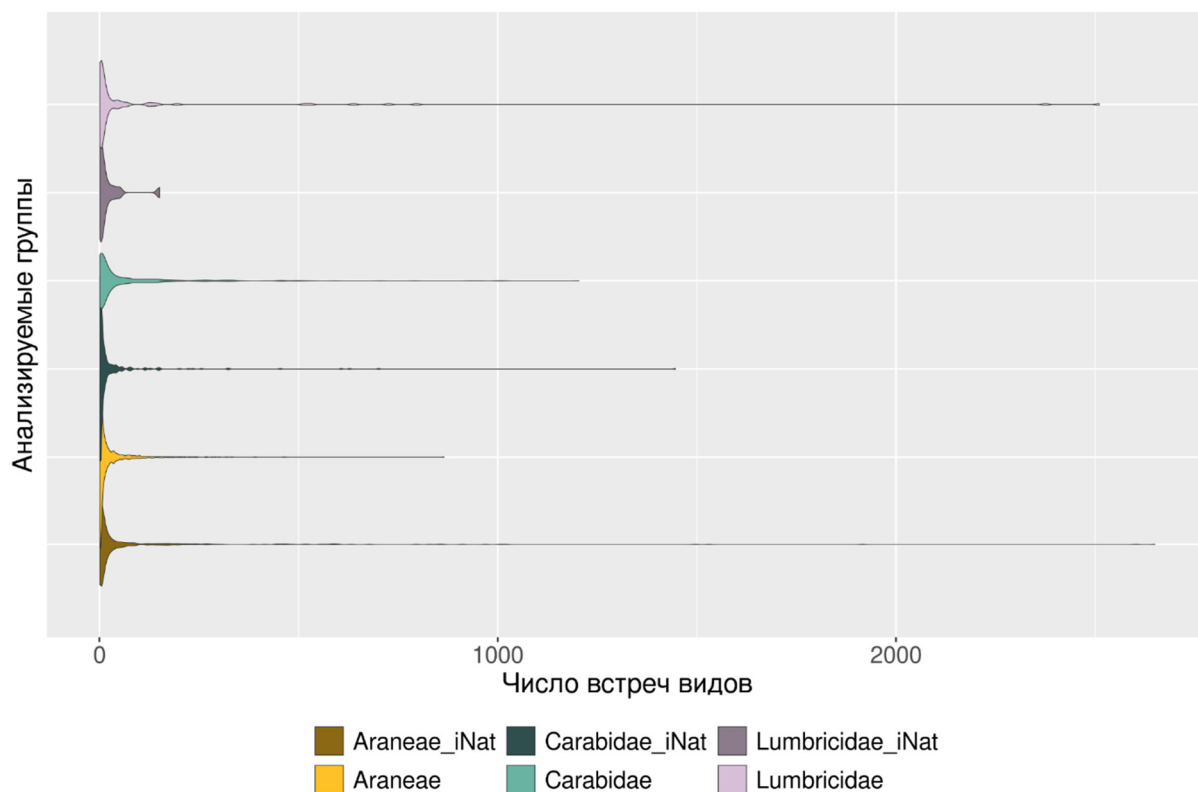


Рис. 1. Распределение частот видов анализируемых групп беспозвоночных по данным iNaturalist (с добавлением _iNat) и научным источникам GBIF
Fig. 1. Species frequency distribution in the groups of invertebrates according to iNaturalist (with the addition of _iNat) and GBIF scientific sources

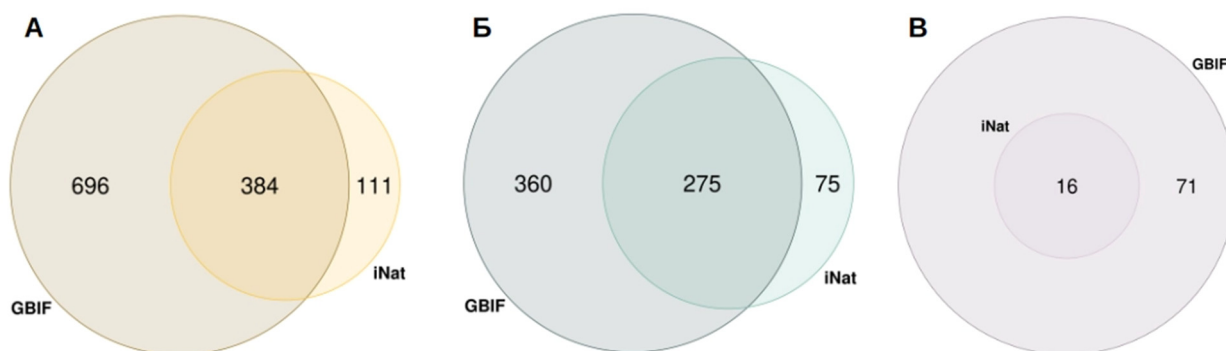


Рис. 2. Видовое разнообразие анализируемых групп беспозвоночных по наблюдениям iNaturalist (iNat) и научным источникам (GBIF):
А – пауки; Б – жуужелицы; В – дождевые черви
Fig. 2. Species diversity of the groups of invertebrates under study according to iNaturalist observations (iNat) and scientific sources (GBIF):
A – spiders; Б – ground beetles; В – earthworms

Полученные результаты показывают, что iNaturalist может вносить существенный вклад в общий объем GBIF-данных о распространении беспозвоночных на уровне числа записей. Однако iNaturalist позволяет выявить ограниченное число видов; видовой состав, оцененный по наблюдениям, отличается от оцененного по GBIF-данным из научных источников. В данной работе самыми наблюдаемыми в iNaturalist были пауки *Misumena vatia* (Clerck, 1757), *Araneus diadematus* Clerck, 1757 и *Argiope bruennichi* (Scopoli, 1772), жуки *Carabus nemoralis* O.F.Müller, 1764 и *Cicindela hybrida* Linnaeus, 1758, а также дождевой червь *L. terrestris*. Указанные виды пауков и жуков привлекательны в качестве объектов наблюдений благодаря специфической окраске и (или) крупным размерам. Дождевой червь *L. terrestris* часто встречается на поверхности почвы после дождей, благодаря крупному размеру и четким морфологическим признакам, хорошо идентифицируется по фотографиям. Выявленные предпочтения в выборе объектов наблюдений согласуются с литературными сведениями [Callaghan et al., 2021; Feldman et al., 2021]. В данных из научных источников наиболее многочисленны широко распространенные виды, которые массово попадают в ловушки или почвенные пробы. Это паук *Trochosa ruricola* (De Geer, 1778), жуки *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798), *Pterostichus niger* (Schaller, 1783) и *Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius, 1787), дождевые черви *Aporrectodea caliginosa* (Savigny, 1826) и *Aporrectodea rosea* (Savigny, 1826). Таким образом, наблюдения iNaturalist позволяют выявить ограниченное число видов, хотя и вносят некоторый вклад в общую оценку видовой разнообразия.

Результаты анализа пространственного охвата данных выявили разные паттерны для анализируемых групп беспозвоночных (рис. 3). Наблюдения iNaturalist пауков и жуков имели больший охват по сравнению с научными источниками. Для дождевых червей напротив сведения из научных источников были более обширны по сравнению с наблюдениями iNaturalist. Для всех таксономических групп отмечена приуроченность наблюдений iNaturalist к густонаселенным территориям.

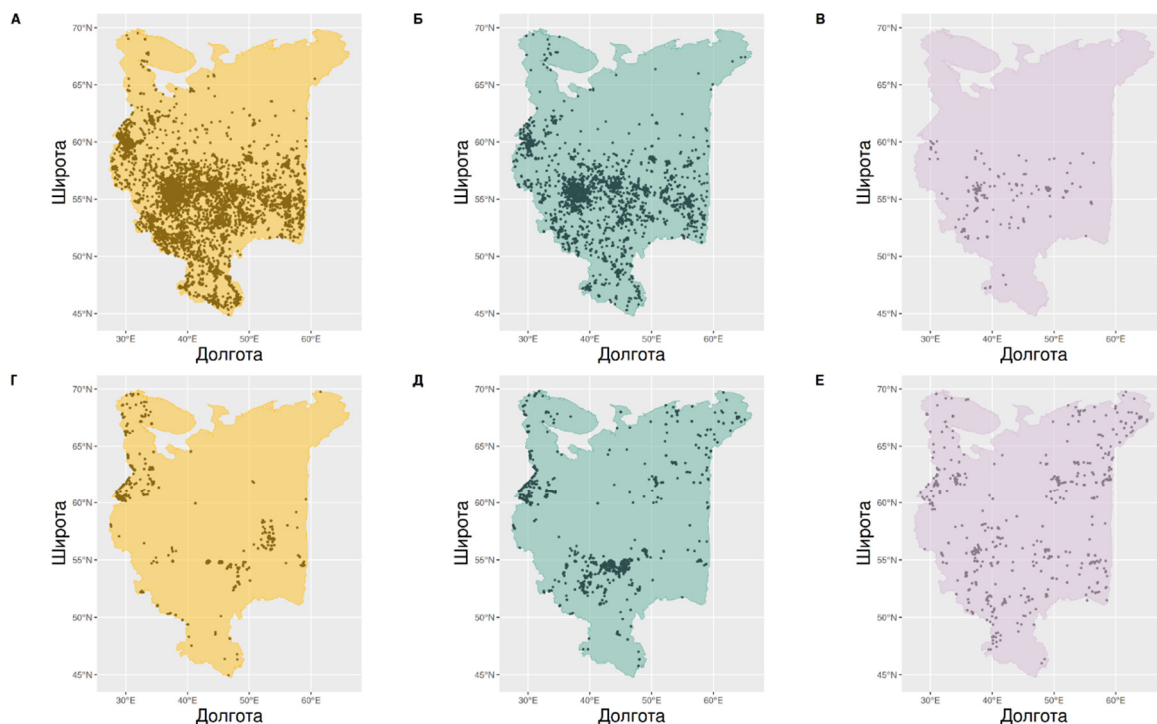


Рис. 3. Пространственный охват данных о распространении видов анализируемых групп беспозвоночных согласно iNaturalist (А–В) и научным источникам GBIF (Г–Е):

А, Г – пауки; Б, Д – жуки; В, Е – дождевые черви

Fig. 3. Spatial coverage of data on the distribution of the analyzed invertebrate groups according to iNaturalist (A–B) and GBIF scientific sources (Г–Е):

А, Г – spiders; Б, Д – ground beetles; В, Е – earthworms

Широкий пространственный охват iNaturalist-наблюдений объясняется большим числом участников сети, которое возрастает с каждым годом [Seltzer, 2019]. Относительно меньшая представленность дождевых червей связана с тем, что из-за особенностей образа жизни они редко появляются на поверхности почвы. Тяготение наблюдений к густонаселенным территориям – это ожидаемый результат. Из литературы известно, что наблюдения iNaturalist, как правило, приурочены к населенным пунктам, дорожной сети, популярным туристическим местам и др. [Dimson, Gillespie, 2023].

Более узкий пространственный охват научных данных о пауках и жужелицах объясняется локальным характером сборов. Кроме того, до сих пор в нашей стране остается актуальной проблема необходимости оцифровки научных коллекций и литературного наследия, накопленного поколениями отечественных исследователей. Уровень оцифровки российских зоологических коллекций (в отличие от гербариев [Seregin, 2019], оцифровка которых активно ведется во многих научных и образовательных центрах России) до сих пор остается крайне низким. Показанный в данном исследовании широкий пространственный охват научных данных о распространении дождевых червей является следствием недавней оцифровки литературного наследия по этой таксономической группе [Shashkov et al., 2024]. Подобная работа в настоящее время ведется с литературными данными о пауках Урала [Созонтов и др., 2024]. Инициатив, посвященных оцифровке публикаций о жужелицах, автору неизвестно.

Результаты анализа временного охвата показали, что большинство наблюдений iNaturalist собрано после 2010 года (рис. 4, А–В). Это объясняется особенностями развития платформы в России. Хотя сеть iNaturalist была создана в 2008 году [Seltzer, 2019], ее распространение и широкое использование в нашей стране началось с 2019 года благодаря упомянутому выше проекту «Флора России» [Seregin et al., 2020].

Данные из научных источников имели более широкий временной охват, однако большинство доступных сведений так же недавние и собраны после 2000 года (см. рис. 4, Г–Е). Этот результат объясняется тем, что доступные через GBIF научные данные в основном представляют первичные результаты полевых сборов, которые часто содержат информацию о каждом собранном в учете экземпляре. Такие подробные массивы могут включать сотни или тысячи записей. В литературе сведения о встречах видов часто представлены обобщенно, первичные данные исследований прошлых лет, как правило, недоступны. Такая информация априори дает меньший вклад в общее число записей. Это объясняет низкую представленность научных данных о распространении видов анализируемых групп беспозвоночных до 2000 года, включая дождевых червей, для которых сведения из литературы представлены наиболее полно среди трех анализируемых групп.

Результаты анализа смещений, выполненного совместно для наблюдений iNaturalist и научных источников GBIF по периодам сборов, показали, что выявляемое видовое разнообразие нелинейно связано с числом записей о встречах видов. Число записей о находках видов анализируемых групп беспозвоночных по временным периодам (рис. 5, А–В) соответствовало описанному выше (см. рис. 4). Однако, при относительно небольших изменениях числа записей в 1–4 (для пауков, см. рис. 5, А, Г) и 1–3 периодах (для жужелиц, см. рис. 5, Б, Д), число учтенных видов может изменяться на порядки. Пик выявляемого видового разнообразия для обеих групп приходится на пятый период, что объясняется совместным вкладом наблюдений iNaturalist и научных (в основном полевых) данных. Наибольшее видовое разнообразие дождевых червей выявлено в третьем периоде (см. рис. 5, Е). Именно в это время были проведены масштабные исследования люмбрикофауны СССР, в том числе изучены районы с высоким видовым разнообразием, а также описаны новые виды [Перель, 1977].

Результаты анализа смещений в пространственном расположении точек встреч видов выявили отклонения от случайного распределения во всех анализируемых таксономических группах и во всех рассматриваемых периодах (рис. 6). Это объясняется небольшим объемом и локальным характером сборов в периоды 1–4. Наибольшее значение индекса ближайшего соседа (0,63) получено для дождевых червей в третьем периоде (см. рис. 6, В), что соответствует времени проведения интенсивных исследований по инвентаризации люмбрикофауны.

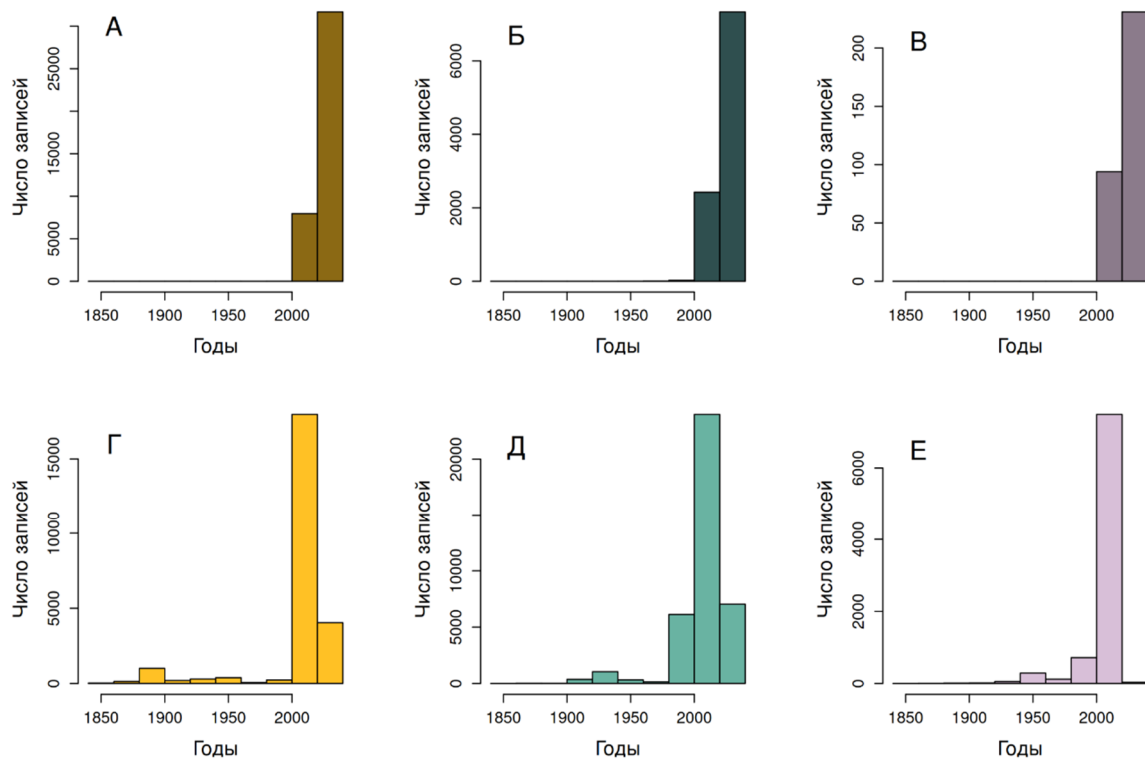


Рис. 4. Временной охват данных о распространении анализируемых групп беспозвоночных согласно iNaturalist (А–В) и научным источникам GBIF (Г–Е): А, Г – пауки; Б, Д – жужелицы; В, Е – дождевые черви
 Fig. 4. Temporal coverage of data on the distribution of species of the analyzed groups of invertebrates according to iNaturalist (A–B) and GBIF scientific sources (Г–Е):

А, Г – spiders; Б, Д – ground beetles; В, Е – earthworms

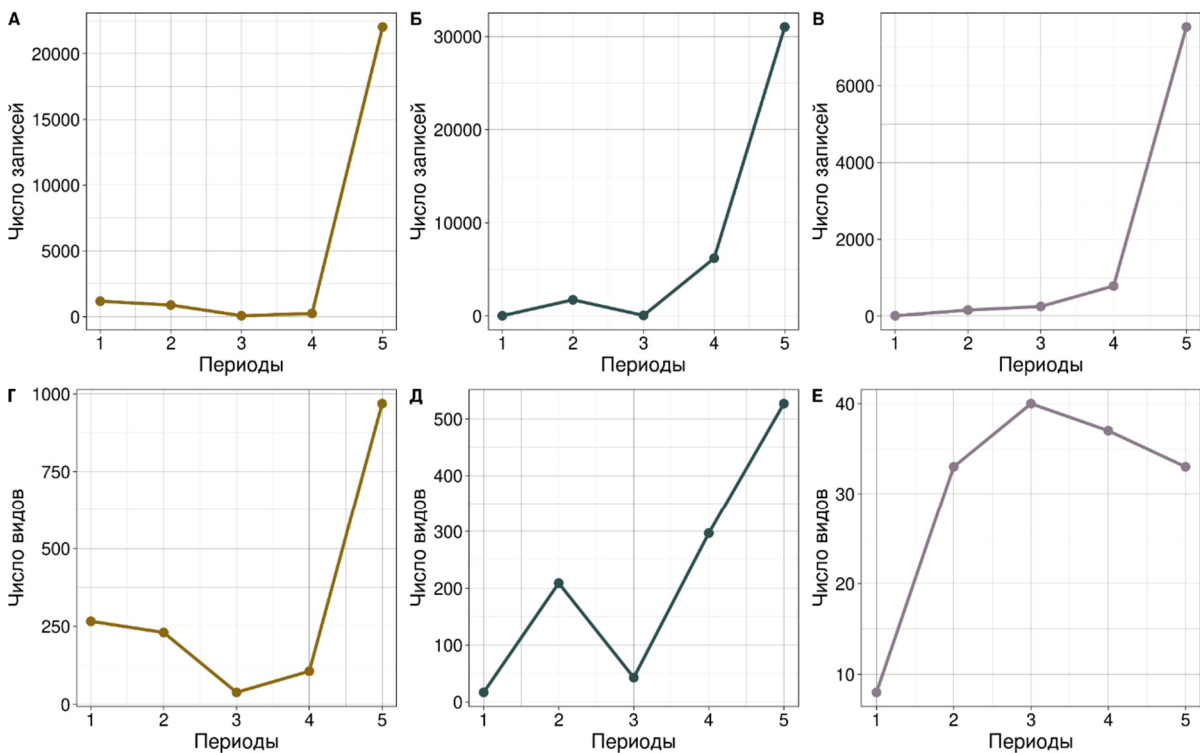


Рис. 5. Число записей (А–В) и видов (Г–Е) исследуемых групп беспозвоночных (А, Г – пауки; Б, Д – жужелицы; В, Е – дождевые черви) по периодам сборов (1 – 1850–1900; 2 – 1901–1950; 3 – 1951–1975; 4 – 1976–2000; 5 – 2001–2025)

Fig. 5. Number of occurrences (A–B) and species (Г–Е) of the analyzed groups of invertebrates (А, Г – spiders; Б, Д – ground beetles; В, Е – earthworms) by collection period (1 – 1850–1900; 2 – 1901–1950; 3 – 1951–1975; 4 – 1976–2000; 5 – 2001–2025)

Для всех таксономических групп отмечено снижение значений индекса в пятом периоде. Вклад в этот результат вносят как наблюдения iNaturalist, так и данные из научных источников. Натуралисты, как правило, более активны на урбанизированных территориях (см. выше). Сборы профессиональных исследователей имеют локальный характер, чаще приурочены к природным (в т. ч. охраняемым) территориям, на одних и тех же участках сборы могут проводиться в течение многих лет.

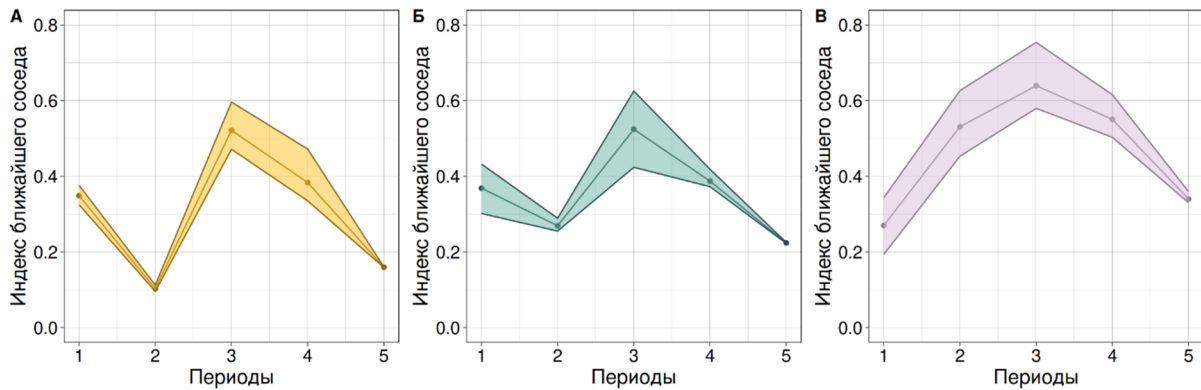


Рис. 6. Динамика значений индекса ближайшего соседа (и 90 % доверительный интервал) для анализируемых групп беспозвоночных (А – пауки; Б – жуужелицы; В – дождевые черви) по временным периодам (1 – 1850–1900; 2 – 1901–1950; 3 – 1951–1975; 4 – 1976–2000; 5 – 2001–2025)
Fig. 6. Dynamics of the nearest neighbor index values (and 90 % confidence interval) of the analyzed groups of invertebrates (A – spiders; Б – ground beetles; В – earthworms) over time periods (1 – 1850–1900; 2 – 1901–1950; 3 – 1951–1975; 4 – 1976–2000; 5 – 2001–2025)

Заклучение

В работе впервые оценен вклад наблюдений платформы iNaturalist в общий объем данных о распространении пауков (Araneae), жуужелиц (Carabidae) и дождевых червей (Lumbricidae), доступных через глобальный портал о биоразнообразии GBIF. Результаты исследования показали, что iNaturalist является ведущим по числу записей источником GBIF-данных о распространении пауков в Европейской России. Вклад в сведения о распространении жуужелиц и дождевых червей значительно ниже. Наблюдения iNaturalist позволяют выявить ограниченное число видов; видовой состав, оцененный по наблюдениям, отличается от оцененного по научным источникам GBIF. Пространственный охват сведений о распространении пауков и жуужелиц значительно расширяется за счет iNaturalist. Для дождевых червей более широкий пространственный охват имеют данные из научных источников. Анализ временного охвата показал, что большинство наблюдений iNaturalist собрано после 2010 года. При этом большая часть записей из научных источников также получена в течение XXI века, более ранние данные имеют спорадический характер.

Результаты анализа смещений (biases) выявили увеличение числа регистрируемых видов пауков и жуужелиц во времени. Наибольшее число видов дождевых червей отмечено в период с 1951 по 1975 год. Пространственное распределение точек встреч видов всех исследуемых групп беспозвоночных значительно отклонялось от случайного. Для всех групп зафиксировано возрастание пространственной кластеризации в периоде после 2000 года.

Список литературы

- Иванова Н.В., Шашков М.П., Созонтов А.Н. 2025. Проблемы использования объединенных данных о биоразнообразии для моделирования потенциальных ареалов видов. *В кн.: Математическое моделирование в экологии (ЭкоМатМод–2025). Материалы Девятой Национальной научной конференции с международным участием (г. Пушкино, 2–4 апреля 2025 года). Пушкино, ФИЦ ПНЦБИ РАН: 32–34.*
- Иванова Н.В. 2023. Рекомендации по оценке качества данных iNaturalist. *Fundamental and Experimental Biology*, 28(3): 73–83. DOI: 10.31489/2023BMG3/73-83

- Перель Т.С. 1979. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР. М., Наука, 272 с.
- Созонтов А.Н., Иванова Н.В., Плакхина Е.В., Соколова С.С., Устинова А.Л. 2024. Оцифровка арахнологического литературного наследия: итоги первого года работы. В кн.: 80 лет экологической науке на Урале. Материалы всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 80-летию Института экологии растений и животных УрО РАН (г. Екатеринбург, 11–15 ноября 2024 г.). Екатеринбург, Реекшен: 207–209.
- Boyd R.J., Powney G.D., Carvell C., Pescott O.L. 2021. occAssess: An R package for assessing potential biases in species occurrence data. *Ecology and Evolution*, 11(22): 16177–16187. DOI: 10.1002/ece3.8299
- Callaghan C.T., Mesaglio T., Ascher J.S., et al. 2022. The benefits of contributing to the citizen science platform iNaturalist as an identifier. *PLoS Biology*, 20(11): e3001843. DOI: 10.1371/journal.pbio.3001843
- Callaghan C.T., Poore A.G.B., Hofmann M., Roberts C.J., Pereira H.M. 2021. Large-bodied birds are over-represented in unstructured citizen science data. *Scientific Reports*, 11: 19073. DOI: 10.1038/s41598-021-98584-7
- Cameron E.K., Martins I.S., Lavelle P., Mathieu J., Tedersoo L., Bahram M., Gottschall F., Guerra C.A., Hines J., Patoine G., Siebert J., Winter M., Cesarz S., Ferlian O., Kreft H., Lovejoy T.E., Montanarella L., Orgiazzi A., Pereira H.M., Phillips H.R.P., Settele J., Wall D.H., Eisenhauer N. 2019. Global mismatches in aboveground and belowground biodiversity. *Conservation Biology*, 33: 1187–1192. DOI: 10.1111/cobi.13311
- Clark P., Evans F. 1954. Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology*, 35: 445–453. DOI: 10.2307/1931034
- da Silva M.A., Nabout J.C. 2024. Citizen scientist and researcher produced similar environmental niche to larger and nonendangered Felidae species. *Biological Diversity*, 1: 158–164. DOI: 10.1002/bod2.12027
- Dimson M., Fortini L.B., Tingley M.W., Gillespie T.W. 2023. Citizen science can complement professional invasive plant surveys and improve estimates of suitable habitat. *Diversity and Distributions*, 29: 1141–1156. DOI: 10.1111/ddi.13749
- Dimson M., Gillespie T.W. 2023. Who, where, when: Observer behavior influences spatial and temporal patterns of iNaturalist participation. *Applied Geography*, 153: 102916. DOI: 10.1016/j.apgeog.2023.102916
- Feldman M.J., Imbeau L., Marchand P., Mazerolle M.J., Darveau M., Fenton N.J. 2021. Trends and gaps in the use of citizen science derived data as input for species distribution models: A quantitative review. *PLoS ONE*, 16(3): e0234587. DOI: 10.1371/journal.Pone.0234587
- GBIF.org. Araneae (07 September 2025) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.3hn6vm>
- GBIF.org. Carabidae (07 September 2025) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.ed99k8>
- GBIF.org. Lumbricidae (07 September 2025) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.3fz7ks>
- Hochmair H.H., Scheffrahn R.H., Basille M., Boone M. 2020. Evaluating the data quality of iNaturalist termite records. *PLoS ONE*, 15(5): e0226534. DOI: 10.1371/journal.pone.0226534
- Hognogi G.G., Meltzer M., Alexandrescu F., Ștefănescu L. 2023. The role of citizen science mobile apps in facilitating a contemporary digital agora. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10: 863. DOI: 10.1057/s41599-023-02358-7
- iNaturalist contributors, iNaturalist. 2012. iNaturalist Research-grade Observations. iNaturalist.org. Occurrence dataset. *Global Biodiversity Information Facility*. <https://doi.org/10.15468/ab3s5x> accessed via GBIF.org on 2025-12-03.
- Ivanova N., Shashkov M. 2020. Contribution of Citizen Science to Biodiversity Data Mobilization in Russia. *Biodiversity Information Science and Standards*, 4: e59197. DOI: 10.3897/biss.4.59197
- Ivanova N.V., Shashkov M.P., Ermolov S.A. 2025. Diversity of earthworm communities in the European part of Russia: field data and model estimations. *Ecosystem Transformation*, 8(4): 120–137. DOI: 10.23859/estr-240206
- James S.W., Csuzdi C., Chang C.-H., Aspe N.M., Jiménez J.J., Feijoo A., Blouin M., Lavelle P. 2021. Comment on "Global distribution of earthworm diversity". *Science*, 371(6525): 1–3. DOI: 10.1126/science.abe4629

- Matutini F., Baudry J., Pain G., Sineau M., Pithon J. 2021. How citizen science could improve species distribution models and their independent assessment. *Ecology and evolution*, 11(7): 3028–3039. DOI: 10.1002/ece3.7210
- Phillips H.R.P., Bach E.M., Bartz M.L.C. et al. 2021. Global data on earthworm abundance, biomass, diversity and corresponding environmental properties. *Nature Scientific Data*, 8(136): 1–13. DOI: 10.1038/s41597-021-00912-z
- Phillips H.R.P., Guerra C.A., Bartz M.L.C., et al., 2019. Global distribution of earthworm diversity. *Science*, 366(6464): 480–485. DOI: 10.1126/science.aax4851
- Potapov A.M., Chen T-W., Striuchkova A.V., et al. 2024. Global fine-resolution data on springtail abundance and community structure. *Scientific Data*, 11, 22. DOI: 10.1038/s41597-023-02784-x
- Rabadán-González J., Rodríguez-Rodríguez E., Sarrión J.A., Rengel J., Savijn A. 2018. De Observado.org: Breve historia y toma de datos de calidad mediante aplicaciones móviles. *Chronica naturae*, 7: 55–62.
- Raymond M., Rodrigues A., Russell L.A. 2022. Introduction to GBIF course First edition. GBIF Secretariat: Copenhagen. DOI: 10.35035/ce-fcmk-aq49
- R Core Team. 2025. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Available at: <https://www.R-project.org/> (accessed: December 20, 2025)
- Schultheiss P., Nooten S.S., Wang R., Wong M.K. L., Brassard F., Guénard B. 2022. The abundance, biomass, and distribution of ants on Earth. *PNAS*, 119(40): e2201550119 DOI: 10.1073/pnas.2201550119
- Seltzer C. 2019. Making Biodiversity Data Social, Shareable, and Scalable: Reflections on iNaturalist & citizen science. *Biodiversity Information Science and Standards*, 3: e46670 DOI: 10.3897/biss.3.46670
- Seregin A.P., Bochkov D.A., Shner J.V., et al. 2020. "Flora of Russia" on iNaturalist: a dataset. *Biodiversity Data Journal*, 8: e59249. DOI: 10.3897/BDJ.8.e59249
- Seregin A.P. 2019. Moscow Digital Herbarium: a consortium since 2019. *Taxon*, 67(2): 417–419. DOI: 10.1002/tax.12228
- Shashkov M., Ivanova N., Ermolov S. 2024. Earthworm occurrence dataset extracted from Russian-language literature. *Biodiversity Data Journal*, 12: e130897. DOI: 10.3897/BDJ.12.e130897
- Sullivan B.L., Aycrigg J.L., Barry J.E., et al. 2014. The eBird enterprise: An integrated approach to development and application of citizen science. *Biological conservation*, 169: 31–40. DOI: 10.1016/j.biocon.2013.11.003
- Sullivan B.L., Wood C.L., Iliff M.J., Bonney R.E., Fink D., Kelling S. 2009 eBird: a citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation*, 142: 2282–2292. DOI: 10.1016/j.biocon.2009.05.006
- van den Hoogen J., Geisen S., Routh D., et al. 2019. Soil nematode abundance and functional group composition at a global scale. *Nature*, 572: 194–198. DOI: 10.1038/s41586-019-1418-6

References

- Ivanova N.V., Shashkov M.P., Sozontov A.N. 2025. Problemy ispol'zovaniya ob'yedinennykh dannykh o bioraznoobrazii dlya modelirovaniya potentsial'nykh arealov vidov [Problems of using combined data on biodiversity for modeling potential ranges of species]. In: Matematicheskoye modelirovaniye v ekologii (EkoMatMod-2025) [Mathematical modeling in ecology (EcoMatMod-2025)]. Proceedings of the Ninth National Scientific Conference with international participation (Pushchino, April 2–4, 2025). Pushchino, FRC PSCBI RAS: 32–34.
- Ivanova N.V. 2023. iNaturalist Data Quality Guidelines. *Fundamental and Experimental Biology*, 28(3): 73–83 (in Russian). DOI: 10.31489/2023BMG3/73-83
- Perel T.S. 1979. Rasprostraneniye i zakonomernosti raspredeleniya dozhdevykh chervyey fauny SSSR [Distribution and patterns of earthworm distribution in the USSR fauna]. Moscow, Nauka, 272 p.
- Sozontov A.N., Ivanova N.V., Plakhina E.V., Sokolova S.S., Ustinova A.L. 2024. Digitizing arachnological literature legacy: first-year outcomes. In: 80 let ekologicheskoy nauke na Urals [80 Years of Ecological Science in the Urals]. Proceedings of the All-Russian Scientific Conference with International Participation, Dedicated to the 80th Anniversary of the Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Yekaterinburg, November 11–15, 2024). Ekaterinburg, Reekshen: 207–209 (in Russian).
- Boyd R.J., Powney G.D., Carvell C., Pescott O.L. 2021. occAssess: An R package for assessing potential biases in species occurrence data. *Ecology and Evolution*, 11(22): 16177–16187. DOI: 10.1002/ece3.8299

- Callaghan C.T., Mesaglio T., Ascher J.S., et al. 2022. The benefits of contributing to the citizen science platform iNaturalist as an identifier. *PLoS Biology*, 20(11): e3001843. DOI: 10.1371/journal.pbio.3001843
- Callaghan C.T., Poore A.G.B., Hofmann M., Roberts C.J., Pereira H.M. 2021. Large-bodied birds are over-represented in unstructured citizen science data. *Scientific Reports*, 11: 19073. DOI: 10.1038/s41598-021-98584-7
- Cameron E.K., Martins I.S., Lavelle P., Mathieu J., Tedersoo L., Bahram M., Gottschall F., Guerra C.A., Hines J., Patoine G., Siebert J., Winter M., Cesarz S., Ferlian O., Kreft H., Lovejoy T.E., Montanarella L., Orgiazzi A., Pereira H.M., Phillips H.R.P., Settele J., Wall D.H., Eisenhauer N. 2019. Global mismatches in aboveground and belowground biodiversity. *Conservation Biology*, 33: 1187–1192. DOI: 10.1111/cobi.13311
- Clark P., Evans F. 1954. Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology*, 35: 445–453. DOI: 10.2307/1931034
- da Silva M.A., Nabout J.C. 2024. Citizen scientist and researcher produced similar environmental niche to larger and nonendangered Felidae species. *Biological Diversity*, 1: 158–164. DOI: 10.1002/bod2.12027
- Dimson M., Fortini L.B., Tingley M.W., Gillespie T.W. 2023. Citizen science can complement professional invasive plant surveys and improve estimates of suitable habitat. *Diversity and Distributions*, 29: 1141–1156. DOI: 10.1111/ddi.13749
- Dimson M., Gillespie T.W. 2023. Who, where, when: Observer behavior influences spatial and temporal patterns of iNaturalist participation. *Applied Geography*, 153: 102916. DOI: 10.1016/j.apgeog.2023.102916
- Feldman M.J., Imbeau L., Marchand P., Mazerolle M.J., Darveau M., Fenton N.J. 2021. Trends and gaps in the use of citizen science derived data as input for species distribution models: A quantitative review. *PLoS ONE*, 16(3): e0234587. DOI: 10.1371/journal.Pone.0234587
- GBIF.org. Araneae (07 September 2025) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.3hn6vm>
- GBIF.org. Carabidae (07 September 2025) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.ed99k8>
- GBIF.org. Lumbricidae (07 September 2025) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.3fz7ks>
- Hochmair H.H., Scheffrahn R.H., Basille M., Boone M. 2020. Evaluating the data quality of iNaturalist termite records. *PLoS ONE*, 15(5): e0226534. DOI: 10.1371/journal.pone.0226534
- Hognogi G.G., Meltzer M., Alexandrescu F., Ștefănescu L. 2023. The role of citizen science mobile apps in facilitating a contemporary digital agora. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10: 863. DOI: 10.1057/s41599-023-02358-7
- iNaturalist contributors, iNaturalist. 2012. iNaturalist Research-grade Observations. iNaturalist.org. Occurrence dataset. *Global Biodiversity Information Facility*. <https://doi.org/10.15468/ab3s5x> accessed via GBIF.org on 2025-12-03.
- Ivanova N., Shashkov M. 2020. Contribution of Citizen Science to Biodiversity Data Mobilization in Russia. *Biodiversity Information Science and Standards*, 4: e59197. DOI: 10.3897/biss.4.59197
- Ivanova N.V., Shashkov M.P., Ermolov S.A. 2025. Diversity of earthworm communities in the European part of Russia: field data and model estimations. *Ecosystem Transformation*, 8(4): 120–137. DOI: 10.23859/estr-240206
- James S.W., Csuzdi C., Chang C.-H., Aspe N.M., Jiménez J.J., Feijoo A., Blouin M., Lavelle P. 2021. Comment on "Global distribution of earthworm diversity". *Science*, 371(6525): 1–3. DOI: 10.1126/science.abe4629
- Matutini F., Baudry J., Pain G., Sineau M., Pithon J. 2021. How citizen science could improve species distribution models and their independent assessment. *Ecology and evolution*, 11(7): 3028–3039. DOI: 10.1002/ece3.7210
- Phillips H.R.P., Bach E.M., Bartz M.L.C. et al. 2021. Global data on earthworm abundance, biomass, diversity and corresponding environmental properties. *Nature Scientific Data*, 8(136): 1–13. DOI: 10.1038/s41597-021-00912-z
- Phillips H.R.P., Guerra C.A., Bartz M.L.C., et al., 2019. Global distribution of earthworm diversity. *Science*, 366(6464): 480–485. DOI: 10.1126/science.aax4851
- Potapov A.M., Chen T-W., Striuchkova A.V., et al. 2024. Global fine-resolution data on springtail abundance and community structure. *Scientific Data*, 11, 22. DOI: 10.1038/s41597-023-02784-x

- Rabadán-González J., Rodríguez-Rodríguez E., Sarrión J.A., Rengel J., Savijn A. 2018. De Observado.org: Breve historia y toma de datos de calidad mediante aplicaciones móviles. *Chronica naturae*, 7: 55–62.
- Raymond M., Rodrigues A., Russell L.A. 2022. Introduction to GBIF course First edition. GBIF Secretariat: Copenhagen. DOI: 10.35035/ce-fcmk-aq49
- R Core Team. 2025. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Available at: <https://www.R-project.org/> (accessed: December 20, 2025)
- Schultheiss P., Nooten S.S., Wang R., Wong M.K. L., Brassard F., Guénard B. 2022. The abundance, biomass, and distribution of ants on Earth. *PNAS*, 119(40): e2201550119 DOI: 10.1073/pnas.2201550119
- Seltzer C. 2019. Making Biodiversity Data Social, Shareable, and Scalable: Reflections on iNaturalist & citizen science. *Biodiversity Information Science and Standards*, 3: e46670 DOI: 10.3897/biss.3.46670
- Seregin A.P., Bochkov D.A., Shner J.V., et al. 2020. "Flora of Russia" on iNaturalist: a dataset. *Biodiversity Data Journal*, 8: e59249. DOI: 10.3897/BDJ.8.e59249
- Seregin A.P. 2019. Moscow Digital Herbarium: a consortium since 2019. *Taxon*, 67(2): 417–419. DOI: 10.1002/tax.12228
- Shashkov M., Ivanova N., Ermolov S. 2024. Earthworm occurrence dataset extracted from Russian-language literature. *Biodiversity Data Journal*, 12: e130897. DOI: 10.3897/BDJ.12.e130897
- Sullivan B.L., Aycrigg J.L., Barry J.E., et al. 2014. The eBird enterprise: An integrated approach to development and application of citizen science. *Biological conservation*, 169: 31–40. DOI: 10.1016/j.biocon.2013.11.003
- Sullivan B.L., Wood C.L., Iliff M.J., Bonney R.E., Fink D., Kelling S. 2009 eBird: a citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation*, 142: 2282–2292. DOI: 10.1016/j.biocon.2009.05.006
- van den Hoogen J., Geisen S., Routh D., et al. 2019. Soil nematode abundance and functional group composition at a global scale. *Nature*, 572: 194–198. DOI: 10.1038/s41586-019-1418-6

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Иванова Наталья Владимировна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории вычислительной экологии, Институт математических проблем биологии РАН – филиал ФИЦ «Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН», г. Пушкино, Московская обл., Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Natalya V. Ivanova, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Computational Ecology, Institute of Mathematical Problems of Biology RAS – Keldysh Institute of Applied Mathematics of Russian Academy of Sciences, Pushchino, Moscow Region, Russia
ORCID: 0000-0003-4199-5924