



ГРАЖДАНСКАЯ НАУКА УХОДИТ ПОД ЗЕМЛЮ

Виктория Дж. Бертон^{1*}, Эрин К. Кэмерон²

¹Музей естественной истории (Великобритания), Великобритания,

²Университет Святой Марии, Канада

ЮНЫЙ РЕЦЕНЗЕНТ



АЙЯ

ВОЗРАСТ: 9 ЛЕТ

Вам когда-нибудь хотелось выполнить научное исследование? Гражданская, или общественная наука вовлекает людей, обычно не связанных с наукой, в помощь изысканиям исследователей. Это понятие включает в себя множество разнообразных проектов: от онлайн-участия в классификации галактик до практической полевой деятельности и даже помощи в научных экспедициях. В идеальном случае, гражданская наука идет на пользу всем – ученые получают больше данных и охватывают большие географические области, чем могли бы самостоятельно. Волонтеры учатся чему-то новому, узнают, как работает наука, и, надеемся, получают удовольствие! Маленький размер большинства почвенных организмов – вызов для гражданской науки. Однако дождевые черви легко узнаваемы и относительно велики, поэтому появилось несколько проектов гражданской науки, сфокусированных на них. В этой статье мы обсуждаем гражданскую науку о червях от ее создания естествоиспытателями XVIII и XIX веков до настоящего времени. Узнайте, какой вклад люди, не связанные

с наукой, внесли в изучение дождевых червей и как вы можете разработать собственные исследования.

ПОЧЕМУ ГРАЖДАНСКАЯ НАУКА?

Наука создается не только учеными. Когда другие люди, например, студенты и семьи, собирают научные данные и помогают в исследованиях, это называется гражданской наукой. **Гражданская наука**, также известная как общественная наука, позволяет каждому участвовать в исследованиях, и ее популярность растет. Она полезна ученым, так как помогает собрать данные, которые было бы сложно, дорого или невозможно получить самостоятельно. С другой стороны, гражданские ученые получают возможность быть напрямую вовлеченными в исследования и узнать больше о науке.

ТИПЫ ГРАЖДАНСКОЙ НАУКИ

Существует много видов гражданской науки. Некоторые проекты задействуют ресурсы персональных компьютеров для поисков внеземной жизни¹ или лекарств от болезней². Некоторые онлайн-проекты гражданской науки обращаются за помощью в идентификации объектов дикой природы или галактик, в переводе документов и во многих других случаях³. Другим проектам нужны люди для исследования дикой природы⁴ или измерения степени загрязненности воды⁵. Существуют даже проекты в формате экспедиций; в них волонтеры помогают ученым в изучении вулканов и тропических лесов.

ЗАЧЕМ ИЗУЧАТЬ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ?

Здоровые почвы важны для всего живого на Земле, так как они участвуют в циклах питательных веществ, фильтруют воду и помогают росту растений. Питаясь и роая почву, дождевые черви перемешивают её и вносят в нее питательные вещества, необходимые большинству растений. Научные вопросы в исследованиях дождевых червей различаются в зависимости от региона исследования. В некоторых местах, таких как Великобритания, дождевые черви считаются полезными, и ученые хотят узнать больше о том, где они, чтобы улучшить состояние почвы. Но в других частях мира, как в большей части Канады и на севере США, последний ледниковый период уничтожил дождевых червей. Теперь единственные черви, которые там обитают, - это черви, занесенные в этот регион людьми, часто случайно, с почвой или растениями, завезенными из Европы. Научные исследования в этих областях часто направлены на изучение мест и способов распространения дождевых червей в попытке снизить их воздействие на лесные экосистемы. Даже там, где дождевые черви являются инвазивными, они все равно обычно рассматриваются как полезные для сада и компостирования и являются проблемой только тогда, когда проникают в дикие места.

ГРАЖДАНСКАЯ НАУКА

Научные исследования, полностью или частично выполненные в большей мере волонтерами, чем нанятыми учеными, также известные как общественная наука.

СНОСКИ

- 1.setiathome.berkeley.edu/
- 2.foldingathome.org/
- 3.www.zooniverse.org/
- 4.www.birdcount.org
- 5.freshwaterwatch.thewaterhub.org/

ГРАЖДАНСКАЯ НАУКА О ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЯХ

ЭКОТИПЫ

Группы дождевых червей, выделенные на основе их особенностей рытья нор и питания.

ЭНДОГЕЙНЫЙ

Дождевой червь, прокладывающий горизонтальные норы в почве и питающийся почвой по мере зарывания. Обычно бледно окрашенный.

АНЕЦИДНЫЙ

Тип дождевых червей, который строит глубокие вертикальные норы и выходит на поверхность, чтобы поедать листья. Часто крупные и красные.

Рисунок 1

Существуют три основных типа дождевых червей, называемые экотипами: эндогейный, анецидный и эпигейный. Здесь описаны некоторые из их характеристик (клипарт дождевых червей – из «Фотографий дождевых червей» на сайте Vecteezy.com © Попечители Музея естественной истории, Гарри Тэйлор)

ЭПИГЕЙНЫЕ

Дождевые черви, питающиеся и роющие на поверхности почвы или близко к ней. Обычно маленькие и красные.

Дождевые черви были одними из первых почвенных животных, изучавшихся ранними учеными; они и продолжают изучаться учеными и сегодня с помощью фермеров, садовников, студентов и многих других. Большинство почвенных организмов – маленькие и требуют специального оборудования и знаний для их изучения, что усложняет их включение в гражданскую науку. Дождевые черви – счастливое исключение, так как они относительно велики, а найти их и наблюдать за ними без специального оборудования легко. Обычный метод поиска дождевых червей – выкопать куб почвы и затем вручную разобрать его, вытаскивая всех червей. В другом методе используется внесение в почву смеси порошка острой горчицы и воды. Если горчицная вода соприкоснется с дождевыми червями в почве, они поднимутся к поверхности, где могут быть пойманы, но горчица не причиняет червям моментального вреда.

Хотя вид большинства дождевых червей нельзя определить без помощи микроскопа, они могут быть сгруппированы в разные категории в соответствии с их образом жизни. Эти категории называются **экотипами**. Три экотипа – **эндогейный**, **анецидный** и **эпигейный** (Рис. 1) – обычно могут быть различены гражданскими учеными.

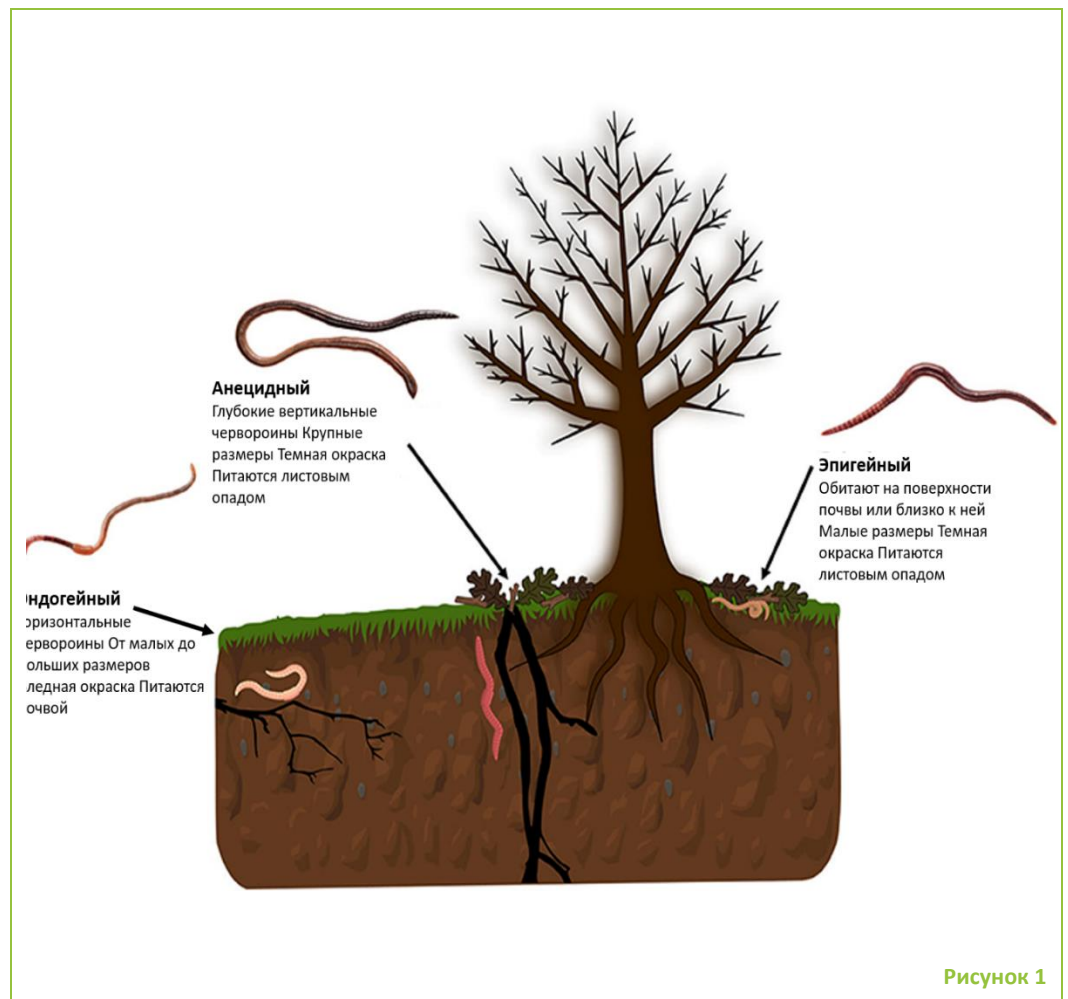


Рисунок 1

РАННЯЯ ГРАЖДАНСКАЯ НАУКА О ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЯХ

Самые ранние естествоиспытатели, такие, как Джон Рей (1627 – 1705 гг.) и Карл Линней (1707 – 1778 гг.), объединили всех длинных, извивающихся животных в группу «черви», и названия многих из них все еще это отражают. Гусеницы некоторых мотыльков называются «дюймовыми червями», безногие ящерицы – «медленными червями», а личинки светлячков известны как «светящиеся черви». Джон Рей первым записал фразу: «ранняя пташка ловит червячка» в своей книге «Сборник пословиц», опубликованной в 1670 г. Линней разработал правила присвоения названий организмам и назвал обыкновенного дождевого червя *Lumbricus terrestris* – это же название он носит и теперь.

Английский священник Гилберт Уайт (1720 – 1793 гг.) первым наблюдал и записал, какой образ жизни ведут дождевые черви. Он описал, что дождевые черви, вероятно, стимулируют рост растений и являются важной частью пищевой цепи. Вдохновленный записями Уайта, Чарльз Дарвин (1809 – 1882 гг.) также был восхищен дождевыми червями. Книга Дарвина «Образование растительного слоя Земли деятельностью дождевых червей и наблюдения над их образом жизни» [1] – это результат его 40-летнего изучения дождевых червей и последняя опубликованная им книга (октябрь 1881 г.). Она была очень популярна; в первый же год было продано 6000 копий.

ЧТО ДАРВИН ВЫЯСНИЛ О ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЯХ?

Дарвин обнаружил, что у дождевых червей отсутствует слух. Он выяснил это, стреляя рядом с дождевыми червями и играя им на разных музыкальных инструментах, включая фортепиано, фагот и вистл. Однако, дождевые черви в горшках, поставленных на фортепиано, прятались в свои норы во время игры, что показало, что они могут чувствовать вибрации через почву. Дарвин также изучал обоняние дождевых червей, обдувая их табачным дымом и парфюмом – они не реагировали. Однако они могут почуять запах своей любимой еды – Дарвин экспериментировал, давая пойманным червям много разной пищи и отмечая, какую они предпочитали. Он обнаружил, что листья дикой вишни были предпочтительнее листьев лайма и орешника. Капуста, хрен, морковь и сельдерей также нравились червям, однако травы, такие, как шалфей, тимьян и мята, были едва тронуты.

Дарвин наблюдал, как большие камни и древние строения погружаются в почву, в том числе во время своего путешествия к Стоунхенджу с целью анализа его погребенных камней. Дарвин поместил большой камень на поверхность почвы в своем саду и спустя 29 лет записал, сколько времени потребовалось для зарывания камня червями. С помощью этого эксперимента Дарвин подсчитал, что черви перемещают 34000 кг почвы (вес пяти с половиной африканских слонов) на гектар (около одного футбольного поля с четвертью) на поверхность в год – этот процесс называется **биотурбацией**.

БИОТУРБАЦИЯ

Перемещение почвы животными или растениями.

Рисунок 2

Примеры проектов гражданской науки, посвященных дождевым червям, в разных странах. OPVT = L'Observatoire Participatif des Vers de Terre



Рисунок 2

ГРАЖДАНСКАЯ НАУКА О ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЯХ СЕГОДНЯ

Несмотря на долгую историю исследований, включающих дождевых червей, мы все еще знаем недостаточно о том, где они встречаются наиболее часто и как влияют на другие виды. Гражданская наука помогает ученым ответить на эти вопросы. Число программ в разных частях света, включающих отбор образцов дождевых червей, все время растет (Рис. 2 и Табл. 1). Данные, собранные гражданскими учеными, отправляются ученым по электронной почте или через приложения на смартфонах. Некоторые программы разработаны для использования в школах и предполагают соответствие материалам учебного курса, тогда как другие программы сделаны так, чтобы принять участие мог каждый.

ОТКРЫТИЯ О ЧЕРВЯХ, СДЕЛАННЫЕ ПРИ ПОМОЩИ ГРАЖДАНСКОЙ НАУКИ

Многие исследования в рамках проектов гражданской науки все еще продолжаются, но уже было сделано несколько захватывающих открытий. И гражданские ученые сыграли очень важную роль! Например, в Соединенных Штатах гражданские ученые помогли выявить распространение новых видов, таких как прыгающие черви (виды рода *Amyntas*), которые были интродуцированы из Азии. В Финляндии гражданские ученые помогли показать, что число видов червей снижается по направлению с юга на север страны. В большинстве мест, изученных на севере, червей не было вовсе, либо встречался только один вид - вероятно, из-за низких температур. В Великобритании проекты OPAL Soil и Earthworm Survey обнаружили, что для гражданских ученых достаточно сложно идентифицировать виды червей, однако они правильно разделяют экотипы в 70-90% случаев.

Проект «What's Under Your Feet?» подтвердил, что численность дождевых червей меняется в зависимости от сезона с максимумами весной и осенью [2]. Также больше червей находили после дождя. В рамках проекта

#60minworms подсчитывали червей с фермерских полей и обнаружили, что вспашка почвы снижает численность дождевых червей [3]. На некоторых фермах не было эпигейных или анецидных червей - это может означать, что поля вспахиваются слишком часто. В рамках проекта «Earthworm Watch» было обнаружено, что в садах, в которых использовалось органическое удобрение, как, например, навоз и компост, обитает на 20% больше дождевых червей, чем в садах, где удобрения не вносятся.

ТАБЛИЦА 1

Прошлые и существующие проекты гражданской науки о червях в мире

Страна	Название проекта	На кого ориентирован	Больше информации	Год
США	Great Lakes Wormwatch	Кто угодно	http://www.greatlakeswormwatch.org/	2006 – настоящее время
	Earthworms across Kansas	Школьники	https://www.k-state.edu/earthworm/	2010 - 2012
Канада	Alberta Worm Invasion Worm Tracker	Кто угодно	https://worms.educ.ualberta.ca/	2013 - настоящее время
	WormWatch	Кто угодно	https://www.naturewatch.ca/wormwatch/	2014 - настоящее время
Великобритания	Open Air Laboratory (OPAL) Soil and Earthworm Survey	Кто угодно	https://www.imperial.ac.uk/opal-soil/	2009 - 2020
	What's Under Your Feet?	Школьники	https://jointhepod.org/teachers/other/information-pack-whats-under-your-feet	2018 - настоящее время
	#60minworms	Фермеры	https://www.rothamsted.ac.uk/news/earthworm-research-spurs-farmers-act	2018
	Earthworm Watch	Кто угодно	https://earthwormwatch.org/	2016 - 2018
	Earthworm Society of Britain	Кто угодно	https://www.earthwormsoc.org.uk/	2009 - настоящее время
Франция	L'Observatoire Participatif des Vers de Terre (OPVT)	Кто угодно	https://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/OPVT_accueil.php	2011 - настоящее время
Австралия	Earthworms Downunder	Школьники	[2]	1992
Финляндия	Matoseuranta	Школьники	http://matoseuranta.it.helsinki.fi/fi	2016 - 2018
Норвегия	Forskningskampanjen 2010 – Meitemark	Школьники	https://www.miljolare.no/aktiviteter/land/natur/In 6/	2010

Таблица 1

ВЫПОЛНЕНИЕ ВАШЕГО СОБСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ

Полезны ли черви для здоровья почвы или вредны, зависит от того, в какой точке мира вы находитесь, однако важны они всегда. С помощью гражданской науки ученые, студенты, семьи, фермеры и любой заинтересованный человек могут работать вместе, чтобы узнать больше о дождевых червях. Существует ещё множество вопросов о червях, на которые пока нет ответов и которые вы можете исследовать. Вот несколько предложений на случай, если вы хотите начать ваш собственный проект о дождевых червях:

- Повторите один из экспериментов Дарвина – как много времени требуется дождевым червям, чтобы закопать камень в вашем саду? Различается ли требуемое время в зависимости от того, в какой точке сада находится камень?
- Как время года влияет на число червей, обнаруживаемых в вашем саду, или на число типов дождевых червей?
- Как различаются число и типы дождевых червей разных **местообитаний** (например, в вашем саду и в лесу)?

МЕСТООБИТАНИЯ

родная природная среда для животных, растений или других организмов, обеспечивающая их пищей, убежищем, защитой и парой.

- Организуйте компостный бак на вашем участке – как много времени пройдет до появления червей?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Darwin, C. 1882. The Formation of Vegetable Mould Through the Action of Worms With Observations on Their Habits. London: John Murray. Available online at: http://darwin-online.org.uk/EditorialIntroductions/Freeman_VegetableMouldandWorms.html
2. Baker, G. H., Thumlert, T. A., Meisel, L. S., Carter, P. J., and Kilpin, G. P. 1997. "Earthworms downunder": a survey of the earthworm fauna of urban and agricultural soils in Australia. *Soil Biol. Biochem.* 29:589–97. doi: 10.1016/S0038-0717(96)00184-8
3. Martay, B., and Pearce-Higgins, J. W. 2018. Using data from schools to model variation in soil invertebrates across the UK: the importance of weather, climate, season and habitat. *Pedobiologia* 67:1–9. doi: 10.1016/j.pedobi.2018.01.002
4. Stroud, J. L. 2019. Soil health pilot study in England: outcomes from an on-farm earthworm survey. *PLoS ONE* 14:e0203909. doi: 10.1371/journal.pone.0203909

EDITED BY: Rémy Beugnon, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Germany.

CITATION: Burton VJ and Cameron EK (2021) Learning More About Earthworms With Citizen Science. *Front. Young Minds* 8:548525. doi: 10.3389/frym.2020.548525

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ : Авторы заявляют, что исследование было выполнено при отсутствии любых коммерческих или финансовых взаимоотношений, которые могли бы трактоваться как конфликт интересов

COPYRIGHT ©2021 Burton and Cameron. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

ЮНЫЙ РЕЦЕНЗЕНТ



АЙЯ, ВОЗРАСТ: 9 ЛЕТ

Айя хочет изучать морскую биологию. Она хочет специализироваться на акулах и скатах. Ее любимые предметы в школе - чтение, письмо, математика и музыка. В свободное время ей нравится читать книги, решать сложные головоломки, упражняться в кроссе и легкой атлетике, экспериментировать с разными художественными техниками и кататься на роликовых коньках.

АВТОРЫ

ВИКТОРИЯ ДЖ. БЕРТОН

Я провела свое детство, играя на свежем воздухе, оформляя журналы наблюдения за природой и обучаясь идентифицировать растения, птиц и насекомых в лесах. Я не любила школу, но всегда хотела стать ученым, поэтому я училась, чтобы получить степень в Открытом Университете. Недавно я закончила свою кандидатскую диссертацию в Имперском колледже Лондона, в рамках которой я выясняла, как почвенные и обитающие в опаде сообщества беспозвоночных откликаются на человеческую деятельность. В свободное время я наслаждаюсь уходом за моими домашними животными и растениями и помогаю вести Клуб Жуков для молодых людей, интересующихся насекомыми. *v.burton@nhm.ac.uk



ЭРИН К. КЭМЕРОН

Когда я была ребенком, я наслаждалась играми на природе и любила науку, но не планировала становиться биологом, пока не оказалась в университете. Постепенно я начала помогать в исследовании, выясняющем, как деятельность человека влияет на певчих птиц, и это показалось мне захватывающим. Как только я начала работать с почвенными организмами и увидела, как много о них все еще неизвестно, я убедилась, что хочу изучать экологию. Сейчас я исследую, как деятельность человека влияет на почвенное биоразнообразие и функционирование экосистем. В свободное время я наслаждаюсь катанием на беговых лыжах, велосипеде и каяке.



TRANSLATOR

ANNA ZUEVA

Laboratory of Soil Zoology, A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS

FUNDING (TRANSLATION)

The team Translating Soil Biodiversity acknowledges support of the German Centre for integrative Biodiversity Research (iDiv) Halle-Jena-Leipzig funded by the German Research Foundation (DFG FZT 118, 202548816).