

М.С. Гиляров

**Методы почвенно-
зоологических исследований**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 57
ББК 28
М11

М11 **М.С. Гиляров**
Методы почвенно-зоологических исследований / М.С. Гиляров – М.: Книга
по Требованию, 2021. – 273 с.

ISBN 978-5-458-47217-3

ISBN 978-5-458-47217-3

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ПРЕДИСЛОВИЕ

Почвенно-экологические исследования широко развиваются во всем мире, с середины нашего века почвенная зоология стала самостоятельной отраслью естествознания.

Деятельность почвенных животных — важный фактор почвообразования и естественного плодородия почв, комплексы почвенных животных широко используются как показатели почвенных условий и их изменений, многие почвенные насекомые и нематоды — вредители культурных и используемых растений. Почвенные беспозвоночные — интересные и удобные объекты, используемые для решения многих эволюционных и экологических проблем. Работы в области почвенной зоологии широко проводятся во всем мире — с 1958 г. состоялось 5 Международных коллоквиумов, несколько региональных в странах Латинской Америки, несколько национальных в Англии, ГДР и других странах. У нас в СССР было проведено 5 Всесоюзных совещаний по почвенной зоологии и несколько специализированных коллоквиумов. 2 Международных журнала посвящены проблемам почвенной зоологии, много статей по почвенной зоологии печатается в журналах по общим вопросам биологии, экологии, зоологии, почвоведению. Широко были включены проблемы почвенной зоологии и в работу по Международной биологической программе.

Полевые почвенно-зоологические исследования базируются прежде всего на данных количественных учетов численности популяций почвенных животных.

Несложная методика взятия и анализа почвенных проб для учета более крупных беспозвоночных и мелких членистоногих разработана и принята уже давно (М. С. Гиляров, 1941) и уже достаточно унифицирована.

Едиными методами пользуются при обследовании земель на заселенность вредителями (С. П. Иванов и др. 1937 и др.), при комплексных биогеоэкологических исследованиях (М. С. Гиляров, Т. С. Перель, 1968, 1973), и при работах по международной биологической программе (М. С. Гиляров, Ю. И. Чернов, 1975). В соответствующих первых разделах настоящей книги описаны как наиболее у нас распространенные, так и некоторые другие методы учета крупных почвенных беспозвоночных, микроартропод и нематод.

Менее унифицированы у нас методы учета почвенных простейших, в связи с чем по ним дан более широкий обзор применяемых методов (Г. А. Корганова). Методы почвенных проб бывают недостаточно удобны для учета подвижных представителей «герпетобия», применяемые у нас методы описаны А. Л. Тихомировой. Подходы к учету почвенных общественных насекомых намечены А. А. Захаровым.

Доступность определения биомассы почвенных беспозвоночных по косвенным показателям показана в разделе Г. П. Мазанцевой. Описанию методов определения роли беспозвоночных в разрушении растительных остатков посвящен раздел Б. Р. Стригановой.

Ю. Б. Бызова на основе большого опыта разбирает методы изучения газообмена у почвенных беспозвоночных, служащего показателем их метаболизма. Некоторые подходы к получению количественных характеристик почвенного населения в целях сравнения разных ценозов и территорий даны Ю. И. Черновым.

В книгу включено также описание еще недостаточно апробированной новой методики изучения закономерностей пространственного размещения организмов (А. В. Смуров).

Специальные методы фиксации почвенных беспозвоночных для дальнейшего их систематического исследования и для гистологического и гистохимического изучения описывают Б. Р. Стриганова и Л. М. Семенова, а А. Д. Покаржевский приводит методы изучения зольного состава обитающих в почве животных.

В 1971 году опубликовано руководство (IBP Handbook № 18) «Methods of quantitative soil ecology» (ed. by T. Phillipson). Это руководство построено по другому принципу, в нем материал располагается по отдельным таксономическим группам, что вряд ли целесообразно. Исследования в нашей стране по программе МБП проводились в основном по методам, приведенным в предлагаемой вниманию читателей настоящей книге.

В книге отсутствуют многие разделы, до сих пор недостаточно разработанные, такие, как, например, определение роющей деятельности почвенных животных и влияние ее на скважность почвы.

Но авторы надеются, что исследователям, приступающим к почвенно-зоологическим работам, книга будет полезна.

М. С. Гиляров

УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ РАЗНЫХ РАЗМЕРНЫХ ГРУПП В ПОЧВЕ

М. С. Гиляров

Почва представляет сложную трехфазную полидисперсную систему. В почве в промежутках между твердыми частицами разных размеров и их агрегатами находятся полости, заполненные воздухом и водой.

В зависимости от климатических условий, сезона и погоды соотношение объема воздуха и воды в почве меняется, как меняется и физико-химическое состояние почвенной влаги. Часть воды в почве, особенно после дождей и таяния снега, находится в состоянии медленно просачивающегося по более крупным полостям потока капель (гравитационная вода). Часть воды находится в состоянии капиллярного поднятия, передвигаясь в любом направлении, подчиняясь силам поверхностного натяжения и смачивания (капиллярная влага). Часть воды обволакивает твердые частицы, оказываясь в разной степени прочно с ними связанной (разные формы пленочной влаги). Некоторое количество адсорбированной воды почвенные твердые частицы при нормальной температуре прочно удерживают (гигроскопическая влага); при содержании в почве воды вдвое больше гигроскопического запаса воздух в почве насыщен водяным паром.

Таким образом, между твердыми частицами могут активно существовать мелкие формы физиологически водных животных (простейшие, коловратки, нематоды), населяющие в сущности не всю почву в целом, а те крохотные водоемы, которые образуются в скоплениях почвенной влаги. В более влажных почвах, в более влажную погоду они могут активно передвигаться в каплях воды, а в сухих почвах, в более сухое время они, сохраняя активность, прилипают (адгезируют) к почвенным частицам, удерживаемые силами поверхностного натяжения пленки воды.

Мелкие (по существу водные) животные — одна категория почвенных обитателей.

Другая категория — те животные, размеры которых меньше, чем промежутки между частицами почвы и их агрегатами, а тем более чем трещины в почве, ходы, прорытые другими более крупными почвенными животными, или корневые следы. Это так называемые микроартроподы — клещи, многоножки-симфилы, протуры, коллемболы, некоторые мелкие высшие насеко-

мые. Для них полости и ходы между частицами почвы — система пещер и тоннелей, в которых они передвигаются так же, как передвигаются по любому твердому субстрату. От соприкосновения с капельной влагой они защищены несмачиваемыми покровами; в случае заполнения промежутков между твердыми частицами капельной влагой эти животные оказываются в пузырьке воздуха и дышат с его помощью по принципу физической жабры или (при смачивании) дышат всей поверхностью

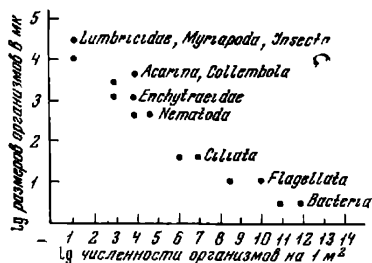


Рис. 1. Соотношение размеров и численности почвенных беспозвоночных (по Гилярову, 1944)

тела, как дышат водные организмы, но не обладая силой преодолеть поверхностное натяжение утрачивают подвижность

И, наконец, для более крупных беспозвоночных (таких, как дождевые черви, мокрицы, многоножки-геофилиды, личинки многих насекомых) вся почва выступает как более или менее плотная или рыхлая среда, в которой крупные животные активно прокладывают себе ходы, прорывая их, как в твердом субстрате, размельчая почву или раздвигая стенки ходов.

Таким образом, обитая в почве, разные размерные группы почвенных беспозвоночных находятся как бы в разных средах, у представителей каждой размерной группы как бы свой особый окружающий мир. И в каждой размерной группе есть свои представители и сапрофагов, и фитофагов, и хищников; представители разных размерных групп по-своему влияют на все протекающие в почве процессы, на все свойства почвы

Между размерами тела и общей численностью представителей разных размерных групп существует обратная корреляция, которая может быть выражена почти прямой зависимостью (Гиляров, 1944) на двойной логарифмической системе координат (рис. 1).

Отдельные размерные группы почвенных животных неодинаково влияют на разные свойства почвы: например, почвенные простейшие вообще не могут прокладывать ходы в почве, нематоды — создавать некапиллярную скважность, к чему способны более крупные беспозвоночные. Поэтому разные размерные группы требуют самостоятельных методов изучения. Давно принято деление всех почвенных животных на размерные группы К сожалению, предлагавшиеся термины (такие, как «мик-

рофауна», «мезофауна», «макрофауна») у разных исследователей приобрели разное значение, поэтому пользоваться ими в настоящее время стало неудобно. Микроскопических одноклеточных было предложено объединить под общим названием «эумикрофауна» (Гиляров, 1941), или «нанныфауна» (Rapoport, Tschapek, 1967).

Термином «микрофауна» у нас (Гиляров, 1941) и во Франции (Delamare-Deboutteville, 1951; Vannier, Cancela da Fonseca, 1966) обозначают размерную группу, к которой относятся «микроартроподы» — клещи и коллемболы, но многие английские авторы (Fenton, 1947; Murphy, 1953) этот термин относят к Protozoa и мелким связанным с почвой водным многоклеточным (Rotatoria, Nematodes).

Многие немецкие исследователи применяют к клещам и коллемболам термин «мезофауна» (Dunger, 1964; Brauns, 1968), включая в эту размерную группу и коловраток (!). Английские авторы, следуя П. Мерфи (Murphy, 1953, 1962), часто стали обозначать эту группу термином «мейофауна».

В то же время термин «мезофауна» в нашей литературе давно применяется по отношению к крупным беспозвоночным, легко учитываемым в полевых условиях при ручной разборке проб почвы (Гиляров, 1941). Но у В. Дунгера и А. Браунса эти формы объединены под термином «макрофауна», который в нашей классификации (Гиляров, 1941) отнесен к почвенным позвоночным.

Приведенные сопоставления показывают тот хаос, который в настоящее время царит в литературе, связанной с терминологией и классификацией размерных групп почвенных животных. Терминология должна подчиняться известным правилам приоритета, в этом отношении наша классификация имеет преимущество. Но всякая классификация по одному признаку — сугубо искусственна и иногда представители разных групп одного размера настолько отличаются по своим биологическим особенностям и по применяемым для их извлечения из почвы методам, что объединение их явно нецелесообразно (например, крупные инфузории бывают крупнее, чем мелкие личинки клещей).

Поэтому стоит выделить такие размерные группы, которые характеризуются и сходными методами их исследования, приняв за основу нашу классификацию (Гиляров, 1941) с терминологическим улучшением Рапопорта и Чапека применительно к простейшим (Rapoport, Tschapek, 1967): почвенные простейшие — нанныфауна; почвенные микроартроподы — микрофауна; крупные почвенные беспозвоночные — мезофауна; почвенные позвоночные — макрофауна. Ряд групп в эту классификацию плохо укладывается (коловратки, нематоды, энхитреиды) и потому в соответствующих статьях настоящего сборника мы избегаем пользоваться этими терминами. Но каждая из ука-

занных размерных групп требует своих методов выделения из почвы, количественного учета и т. д.

Работы по учету почвенных беспозвоночных можно свести к следующим этапам: 1) взятие проб; 2) выделение из проб объектов учета; 3) определение и подсчет объектов учета; 4) математическая обработка данных учета. Специфическими для учета почвенных животных являются первые два этапа. Методы учета зависят от характера и величины объекта, от его численности, от почвенных условий и т. д. Численность объектов учета определяет в первую очередь размеры и количество проб, характер объектов учета и их размеры — метод анализа проб, подвижность — способ взятия проб и т. д.

Закономерность отношений размеров и численности почвенных животных (более высокая численность мелких, чем крупных) дает возможность при учете мелких форм брать пробы меньшего объема, что позволяет применять к ним более тонкие и трудоемкие методы анализа без ущерба для статистической достоверности результатов.

При оценке численности почвенных животных, в большей (крупные объекты — дождевые черви, личинки насекомых и др.) или меньшей степени способных к вертикальным миграциям в почве, необходимо пересчет данных учета переводить на единицу поверхности (1 м^2). Поэтому либо проводят взятие пробы на глубину встречаемости объектов учета (крупные формы), либо берут пробы из разных горизонтов, заселенных данной группой объектов (по профилю почвенного разреза), и проводят потом пересчет на 1 м^2 с учетом заселенности отдельных горизонтов почвы (при учете простейших, нематод, микроартропод и т. п.).

Определение активности разных групп животных тоже проводят с учетом их размерной и биологической специфики.

ЛИТЕРАТУРА

- Гиляров М. С. 1941. Методы количественного учета почвенной фауны.— Почвоведение, № 4: 48—77.
- Гиляров М. С. 1944. Соотношение размеров и численности почвенных беспозвоночных.— Докл. АН СССР, 43: 283—285.
- Гиляров М. С., Перель Т. С. 1958. Изучение беспозвоночных животных как компонентов биогеоценоза.— В кн. «Программа и методика биогеоценологических исследований». М., «Наука»: 163—194.
- Фасулати К. К. 1961. Полевое изучение наземных беспозвоночных. М., «Высшая школа».
- Brauns A. 1968. Praktische Bodenbiologie. Stuttgart, G. Fischer Verl.: 1—470.
- Delamare-Deboutteville Cl. 1951. La microfaune du sol des pays tempérés et tropicaux.— Vie et milieu, suppl. 1.
- Dunger W. 1964. Tiere im Boden. Wittenberg-Lutherstadt; A. Ziemsel Verl.: 265 S.
- Fenton G. 1947. The soil fauna.— J. Animal Ecol., 16: 76—93.

- Murphy P. W.* 1953. The biology of forest soils with special reference to the mesofauna or meiofauna.— *J. Soil Sci.*, 4: 155—193.
- Murphy P. W.* (Ed.). 1962. *Progress in Soil Zoology*. London, Butterworth.
- Rapoport E., Tschapek M.* 1967. Soil water and soil fauna. *Rev. écol. biol. sol.*, IV: 1—58.
- Vannier G., Cancela da Fonseca J. P.* 1966. L'échantillage de la microfaune du sol.— *La terre et vie*, N 1: 77—104.

DWELLING CONDITIONS FOR VARIOUS DIMENSIONAL ANIMAL GROUPS IN THE SOIL

M. S. Ghilarov

Summary

The soil as an environment is different for various dimensional groups of animals. Microscopic organisms are active in soil water films and droplets. Microarthropods inhabit galleries, cracks and interstices between solid particles and their aggregates.

Only for larger animals (earthworms, millipedes, centipedes, insect larvae etc.) the soil represents a firm, even a solid medium.

Nomenclature applied to various dimensional animal groups is discussed. As various authors use term «microfauna» and «macrofauna» with respect to quite different groups of soil dwellers authors of the present manual avoid them or use them *Sensu Ghilarov, 1941*, only.

УЧЕТ КРУПНЫХ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ (МЕЗОФАУНЫ)

М. С. Гиляров

Основной этап любого полевого почвенно-зоологического исследования — определение численности изучаемых почвенных животных с точностью, позволяющей сравнивать численность изучаемых объектов на разных участках, выявление закономерностей распределения организмов.

Такие данные необходимы для оценки почвообразовательной роли почвенных животных в разных ее аспектах (определение количества разрушителей растительных остатков, выявление численности животных, прокладывающих в почве ходы и тем влияющих на скважность, водопроницаемость и аэрацию почвы, и т. д.). Необходимы они и для определения заселенности почвы вредными организмами (личинки чернотелок, личинки хрущей, щелкунов, гусеницы подгрызающих совок и т. п.), а также численности тех насекомых, которые повреждают надземные части растений, но уходят в почву на зимовку или для окукливания (капустная совка, сосновые пилильщики, гусеницы лунки серебристой и другие вредители сельского и лесного хозяйства).

Методы учета почвообитающих (или встречающихся в почве) животных схематически можно разделить на прямые и косвенные.

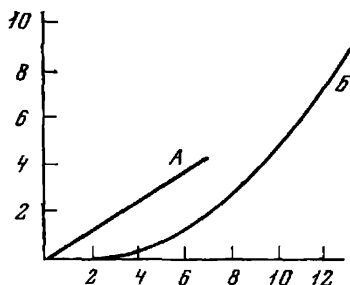
Прямые методы — это такие, которые позволяют исследователю получить цифры, показывающие количество учитываемых объектов либо на единицу площади поверхности почвы, либо на единицу объема почвы.

Косвенные методы — это такие, которые, хотя и не дают достаточно надежного представления о численности объекта учета, но позволяют сравнивать с большей или меньшей степенью приближения заселенность разных участков. К косвенным методам можно относить, например, учет за плугом в отваливаемом слое и в борозде крупных заметных насекомых (как проволочники и личинки хрущей) или дождевых червей. Этот метод требует введения коэффициентов пересчета, которые должны быть для данных почвенно-климатических и сезонных условий определены на основе сравнения с точными данными, добытыми методами прямого учета. По наблюдениям С. П. Иванова при учете за плугом получаются данные, допускающие сравнение плотности залегания личинок щелкунов на разных полях. Однако выявляется при этом всего примерно 12% ли-

чинок, обитающих на площади борозды. Недавно в Австралии (Roberts, Ridsdill Smith, 1972) значительно позже и независимо от опытов, проведенных у нас, было выполнено аналогичное исследование, показавшее, что при сравнении численности личинок, вывороченных плугом на отрезке борозды длиной 10 м, с учтенными методом ручной разборки в пробах диаметром 30 см обнаруживается высокая корреляция, более четкая осенью и ме-

Рис. 1. Корреляция численности личинок хрущей, определенной при подсчете в плужной борозде на отрезке в 30 см (ордината) и в цилиндрических пробах диаметром 30 см, взятых посередине борозды (абсцисса) (по Roberts, Ridsdill Smith, 1972)

А — осенью; Б — весной



нее заметная весной (рис. 1), но в обоих случаях только в период, когда все личинки хрущей были в поверхностном слое почвы.

Несмотря на подкупающую легкость этого метода, рекомендовать его можно только для сравнения данных, получаемых в одно время в сходных по почвенным условиям местностях, и для получения ориентировочных цифр. Этот метод годится при исследованиях по сельскохозяйственной энтомологии на полевых и луговых землях, но не пригоден ни в лесу, ни в горных местностях, ни в тех случаях, когда требуется высокая степень точности учета.

Это относится и к таким методам, как сравнение численности вредных почвенных насекомых (например, проволочников) на разных участках по числу поврежденных растений, так как на вредоносность личинок, подгрызающих корни растений, влияет много факторов (влажность почвы, содержание в ней гумуса, наличие прорастающих семян сорняков и т. д. — ср. Гиляров, 1937).

Подсчет почвенных личинок насекомых, концентрирующихся на приманках, тоже относится к числу относительных методов. Известен подсчет проволочников, улавливаемых на приманки из ломтей картофеля, натягиваемых на палочки и закапываемых на глубину около 5 см на расстоянии 50—100 см друг от друга. Уловистость приманок очень варьирует в зависимости от почвенных и погодных условий, растительного покрова и т. п. (Гиляров, 1949).

Для учета гусениц подгрызающих совок (*Feltia exclamatoris* L., *Euxoa segetum* Schiff. и др.) и жуков-чернотелок рекомендуют на полях пропашных культур и на парах раскладывать кучки выломанных сорняков или скошенной травы — это

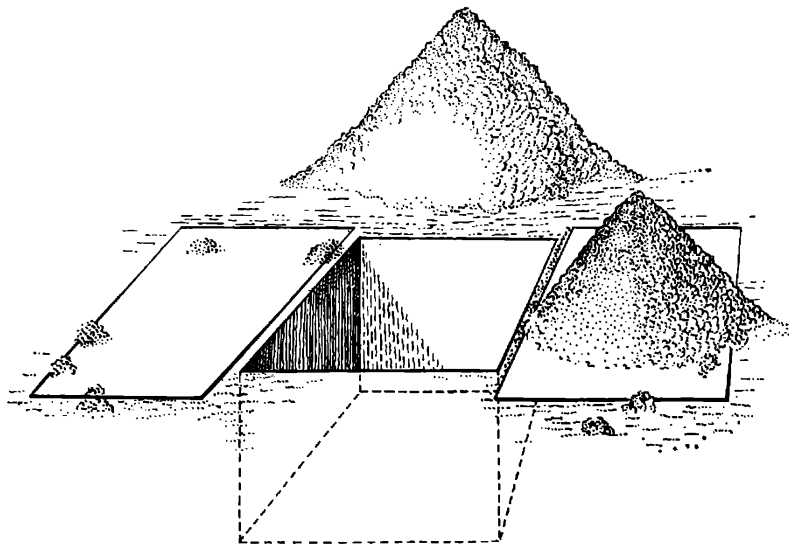


Рис. 2. Общий вид стандартной почвенной пробы, взятой методом раскопок

так называемые притягивающие или концентрирующие приманки. Под такими приманками на участках с высокой плотностью залегания этих вредителей скапливается иногда по несколько десятков особей под каждой кучкой (проверку и подсчет следует проводить в ранние часы на следующее утро после раскладки).

Но, разумеется, и этот метод недостаточно надежен. Косвенные методы могут только дополнять и уточнять данные, получаемые другими методами, но не заменять их, так как эффективность косвенных методов определяется слишком многими факторами.

Поэтому при почвенно-зоологических исследованиях применяют методы прямого учета, позволяющего определить численность почвенных животных во всем заселенном ими объеме почвы (до глубины встречаемости), рассчитанную на 1 м^2 .

Наиболее универсален, технически прост и применим при работах на почвах с разным механическим составом и разной степени окультуренности метод послойной выкопки и разборки проб почвы (рис. 2). При раскопках во влажное время года и во влажных районах оптимальным размером пробы следует признать принятый у нас в практике почвенно-зоологических исследований (Гиляров, 1941) и применяемый при работах по службе учета вредных насекомых размер пробы $0,25 \text{ м}^2$ ($50 \text{ см} \times 50 \text{ см}$). В аридных районах в сухие периоды года размеры отдельной пробы приходится увеличивать до 1 м^2 ($100 \text{ см} \times 100 \text{ см}$), а иногда и до 2 м^2 ($100 \text{ см} \times 200 \text{ см}$), так как в таких условиях беспозвоночные уходят на значительную глубину, а