



БИОЛОГИЯ

Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2024. Т. 24, вып. 1. С. 51–57

Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology, 2024, vol. 24, iss. 1, pp. 51–57

<https://ichbe.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1816-9775-2024-24-1-51-57>

EDN: CKTYLC

Научная статья
УДК 599.32.38:57.08

К совершенствованию неинвазивного метода оценки обилия мышевидных грызунов и землероек в городской среде

О. В. Толкачёв ✉, Е. А. Малкова, К. В. Маклаков, Е. И. Куваева

Институт экологии растений и животных Уральского отделения РАН, Россия, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202

Толкачёв Олег Владимирович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории функциональной экологии наземных животных, olt@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5673-7816>

Малкова Екатерина Александровна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории функциональной экологии наземных животных, bay_81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4908-9571>

Маклаков Кирилл Владимирович, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории популяционной экологии и моделирования, kvmkvm6@outlook.com, <https://orcid.org/0000-0003-1089-9104>

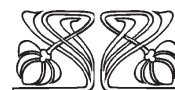
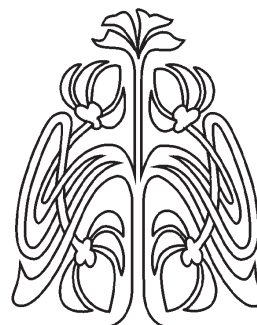
Куваева Екатерина Ивановна, старший лаборант-исследователь лаборатории популяционной экологии и моделирования, kuvaeva_ei@ipae.uran.ru

Аннотация. Предложено улучшение нового неинвазивного метода учета совокупного обилия мелких млекопитающих в городской среде. Проверяли два варианта возможного усовершенствования методики: использование бутылок уменьшенного объема (0,25 л vs 0,5 л) для повышения эргономичности и применение непрозрачных бутылок с целью повышения их привлекательности для животных. Бутылки большого и маленького размера с диаметром горлышка 38 мм скрепляли попарно и выкладывали линиями с интервалами в 5 м. Аналогично поступали с парами чёрных и прозрачных бутылок. В каждую закладывали приманку из ржаного хлеба с нерафинированным подсолнечным маслом. В последующие дни фиксировали заходы зверьков в бутылки. Обнаружили, что значимых различий в посещаемости бутылок объёмом 0,5 и 0,25 л нет, как и в случае с чёрными и прозрачными стенками. Таким образом, этот простой метод оценки обилия мелких млекопитающих может быть ещё более оптимизирован за счёт использования бутылок меньшего размера, цвет которых не имеет значения.

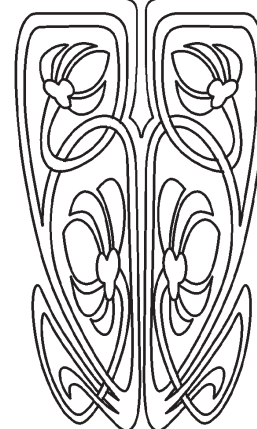
Ключевые слова: мелкие млекопитающие, грызуны, землеройки, обилие, неинвазивные методы, городская среда

Благодарности. Авторы признательны студентам УрГГУ А. В. Тришевской и В. А. Зубкову, студентам УрФУ А. С. Будимирову и А. В. Горшколеповой за помощь в полевой части исследования в 2020 г. Благодарим И. Ю. Толкачёву за фотографии.

Исследование выполнено в рамках государственного задания Института экологии растений и животных УрО РАН (122021000082-0, 122021000085-1).



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





Для цитирования: Толкачев О. В., Малкова Е. А., Маклаков К. В., Куваева Е. И. К совершенствованию неинвазивного метода оценки обилия мышевидных грызунов и землероек в городской среде // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2024. Т. 24, вып. 1. С. 51–57. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2024-24-1-51-57>, EDN: CKTYLC

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

Proposals for improving a non-invasive method for estimating abundance of mouse-like rodents and shrews in urban areas

O. V. Tolkachev ✉, E. A. Malkova, K. V. Maklakov, E. I. Kuvaeva

Institute of Plant and Animal Ecology Ural Centre RAS, 202 8th March St., Yekaterinburg 620144, Russia

Oleg V. Tolkachev, olt@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5673-7816>

Ekaterina A. Malkova, bay_81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4908-9571>

Kirill V. Maklakov, kvmkvm6@outlook.com, <https://orcid.org/0000-0003-1089-9104>

Ekaterina I. Kuvaeva, kuvaeva_ei@ipae.uran.ru

Abstract. Previously we proposed a new reconnaissance method for estimating the total abundance of small mammals in urban areas. The method includes placing plastic bottles with bait inside equal distances apart. In this research we examined two ways to improve the method: using bottles of smaller volume (0,25 liters instead of 0,5 liters) to increase the ergonomics and using opaque bottles to make them more attractive for animals. Bigger and smaller bottles with neck diameter of 38 mm were fastened in pairs which were set in a transect with a five-meter spacing. The same was done with pairs of opaque and transparent bottles. A bait (rye bread with unrefined sunflower oil) was put into all the bottles. During the following days we recorded animals' visits into the bottles. It was found out that there are no significant differences in how often animals attend bottles of 0,25 liters and 0,5 liters, the same results were received for both transparent and opaque bottles. Thus, the simple method for estimating abundance of small mammals may be optimized by using smaller bottles, the colour of which is not important.

Keywords: small mammals, rodents, shrews, abundance, non-invasive methods, urban environment

Acknowledgments. The authors are grateful to the students of the Ural State Mining University Alexandra V. Trishevskaya and Vladimir A. Zubkov, the students of the Ural Federal University Alexander S. Budimirov and Anna V. Gorshkolepova for their assistance in the field part of the study in 2020. We thank Irina Yu. Tolkacheva for the photographs.

The study was carried out within the framework of the state assignment of the Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (122021000082-0, 122021000085-1).

For citation: Tolkachev O. V., Malkova E. A., Maklakov K. V., Kuvaeva E. I. Proposals for improving a non-invasive method for estimating abundance of mouse-like rodents and shrews in urban areas. *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2024, vol. 24, iss. 1, pp. 51–57 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2024-24-1-51-57>, EDN: CKTYLC

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

Введение

Значительная часть полевых исследований мелких млекопитающих предполагает оценку их обилия, для чего существует много методов, большинство из которых относятся к инвазивным, то есть подразумевающим умерщвление, травмирование или изъятие особей из природной среды. К этой группе относятся три наиболее распространённых метода отлова – давилками, живоловками, конусами (цилиндрами). Между тем в последнее десятилетие повышаются требования к гуманности исследований [1, 2]. Кроме того, применение инвазивных методов, подразумевающих безвозвратное изъятие животных из природной среды, может приводить к появлению артефактов в получаемых результатах [3, 4]. Отлов может быть нежелателен или запрещён по отношению к редким или находящимся под угрозой исчезновения видам. Однако именно такие животные требуют изучения в первую очередь. Использо-

вание традиционных методов отлова может быть затруднено из-за природно-климатических особенностей территории [5]. По этим причинам растёт значение неинвазивных методов для изучения мелких млекопитающих. К этой группе относятся косвенные методы, которые основаны на учёте признаков присутствия животных без непосредственного контакта с исследователем. Косвенные методы дают менее точные оценки обилия, но требуют наименьших затрат усилий и времени. Применительно к мелким млекопитающим косвенные учёты успешно применяются, прежде всего, к видам, которые оставляют хорошо заметные признаки своего присутствия – норы, «дома», тропы и тому подобное [6–9]. По отношению к скрытным видам такой подход обычно оказывается слишком ненадежным, требуя от исследователя высокой квалификации, но, тем не менее, дающим крайне субъективный результат. Существует также другая группа косвенных методов учёта, в которых используются технические приспособ-



собления разной степени сложности – следовые площадки, волосяные трубки, фотоловушки и т. п. [10–12]. Но они, помимо несомненных достоинств, обладают и рядом недостатков, в числе которых можно отметить сравнительно высокую стоимость и/или трудоёмкость, что накладывает ограничения на масштаб проводимых работ.

По мере расширения площадей городов по всему миру увеличивается и актуальность исследований мелких млекопитающих на урбанизированных территориях. Город является специфической, эволюционно новой средой обитания. Изменения касаются и абиотических, и биотических факторов в равной степени. Вследствие этого необходимо изучение новых закономерностей жизни мелких млекопитающих, составляющих важную часть урбанизированной фауны. Исследования в городских местообитаниях имеют собственную специфику. Например, здесь исследователи часто сталкиваются с кражами и вандализмом по отношению к научному оборудованию, что приводит к повышению издержек и может снижать объём и качество получаемых данных [13]. Городские ландшафты сильно фрагментированы и всегда включают островные и узкие линейные местообитания, что ограничивает применение некоторых традиционных методов. Ранее мы предложили косвенный, неинвазивный метод оценки общего обилия мелких млекопитающих, пригодный для использования в городской среде [14]. Учёт проводится с помощью пластиковых бутылок объёмом 0,5 л с горлышком 38 мм, которые содержат приманку и раскладываются в линии с интервалом 5 или 10 м. Доля бутылок, где приманка поедена или отсутствует, служит индексом обилия животных, который может быть пересчитан в относительную численность или плотность, соотносимую, соответственно, с отловом линиями давилок или площадками живоловок. Было показано, что за счёт дешевизны и простоты бутылочный метод подходит для масштабных рекогносцировочных исследований в городской среде и может применяться как в комплексе с другими способами, так и самостоятельно.

Цель данного исследования состояла в том, чтобы попытаться повысить эффективность и эргономичность описанного ранее метода. Мы предположили, что при использовании бутылок меньшего объёма (0,25 вместо 0,5 л) с тем же диаметром горлышка их посещаемость останется

неизменной, что позволит сократить суммарный объём бутылок, снизить трудозатраты на их транспортировку и раскладку. Кроме того, мы хотели проверить, есть ли у мелких млекопитающих предпочтения в выборе бутылок с разной освещённостью внутри, что могло бы повлиять на эффективность метода. Мы предположили, что бутылки с меньшей освещённостью будут посещаться чаще.

Материалы и методы

Первый эксперимент имел целью сравнение посещаемости мелкими млекопитающими больших и малых бутылок и был проведён в июне 2019 г. на закрытой для посетителей территории дендрария Ботанического сада УрО РАН, Екатеринбург. В ходе предварительных опытов было установлено, что белки, в изобилии живущие в месте проведения исследования, чаще достают приманку из малых бутылок, что могло внести искажения результатов в тех случаях, когда их вмешательство не было очевидным. Поэтому большие и малые бутылки из полиэтилентерефталата скрепляли попарно скотчем (рис. 1, а). В этом случае постороннее вмешательство должно действовать на них в равной степени. В каждую бутылку помещали приманку в виде кубика ржаного хлеба размером 1,5 × 1,5 см, смоченного нерафинированным подсолнечным маслом. Пары бутылок (37 пар) раскладывали в линейную трансекту с интервалами 5 м. Заходы в каждую бутылку фиксировались каждое утро в течение 9 дней (туров). Отсутствие приманки и погрызы считались заходом одного зверька. Каждые два дня линии перемещались, чтобы избежать прикормки зверьков к бутылкам (всего четыре перемещения). На каждом месте было две проверки бутылок, после четвертого перемещения – одна. Таким образом, объем промышленного усилия составлял 666 бутылко-суток (37 × 2 × 9). Если пара бутылок имела признаки вмешательства нецелевых видов (белки, собаки, насекомые, люди), они не учитывались в дальнейших расчётах.

В ходе второго эксперимента проверяли гипотезу, что мелкие млекопитающие могут охотнее заходить в тёмные бутылки, напоминая норы по освещённости. Работу проводили в июле 2020 г. там же, где и первый эксперимент. Использовали скреплённые пары бутылок объёмом 0,5 л, одна из которых была покрашена чёрной эмалью (см. рис. 1, б).



Рис. 1. Пары пластиковых бутылок разных видов для сравнения их посещаемости мелкими млекопитающими: а – бутылки разного объёма; б – бутылки разной прозрачности (с разной освещённостью внутри)

Fig. 1. Pairs of plastic bottles of different types to compare their attendance by small milk feeders: a – bottles of different volumes; b – bottles of different transparency (with different illumination inside)

Пары выложили в виде решётки 12×12 с интервалами 10 м (144 пары, 288 бутылок). Использовали стандартную приманку, как описано выше. Заходы в чёрные и прозрачные бутылки зафиксировали однократно, спустя сутки после раскладки. Так же, как и в первом эксперименте, отмечали случаи, когда бутылки не были посещены или имели признаки постороннего вмешательства.

Статистическая обработка

Для сравнения долей посещённых бутылок разного объёма совокупно для всех повторностей использовали критерий χ^2 , при этом полученные значения сопоставлялись со средним (теоретическим). При сравнении без суммирования результатов повторностей применили тест Уилкоксона для связанных выборок, поскольку результат одной бутылки в паре потенциально

мог влиять на результат второй бутылки. В обоих экспериментах элементарной учетной единицей было одно посещение бутылки. Расчёты проводили в программном пакете STATISTICA 6.0, StatSoft Inc.

Результаты и их обсуждение

В ходе эксперимента по сравнению посещаемости бутылок разного объёма зафиксировано 211 заходов в большие бутылки и 207 в малые: посещены обе бутылки в паре – 203 случая; только большая – 8; только малая – 4; результаты аннулированы из-за постороннего вмешательства – 71; ни одна бутылка в паре не посещена – 47 (табл. 1). Различия при сравнении двух типов бутылок по сумме посещений были незначимыми ($\chi^2 = 0,19$; $df = 1$; $p = 0,66$).

Таблица 1 / Table 1

Результаты посещений бутылок разного размера мелкими млекопитающими суммарно за 9 туров
The total number of visits made by small mammals to bottles of different sizes over nine tours

| Бутылки / Bottles | Посещённые / Visited | | Непосещённые / Unvisited | | Исключённые из анализа / Excluded from the analysis | |
|------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------|---------------|---|---------------|
| | Большие / Large | Малые / Small | Большие / Large | Малые / Small | Большие / Large | Малые / Small |
| Обе в паре / Both are paired | 203 | 203 | 47 | 47 | 71 | 71 |
| Одна в паре / One in a pair | 8 | 4 | 4 | 8 | – | – |
| Всего / Total | 211 | 207 | 51 | 55 | 71 | 71 |
| | 418 | | 106 | | 142 | |



При более детальном анализе выяснилось, что процент посещённых точек учёта варьировал от 31 до 100% в разных турах, но различие по этому параметру между большими и малыми бутылками также было незначимым (рис. 2). Наименьшая посещаемость бутылок обоих типов

наблюдалась в первом туре, что, по-видимому, связано с эффектом неофобии. Последующие колебания общей посещаемости бутылок могут быть связаны с изменением активности мелких млекопитающих, вызванным погодными эффектами [8, 15, 16].

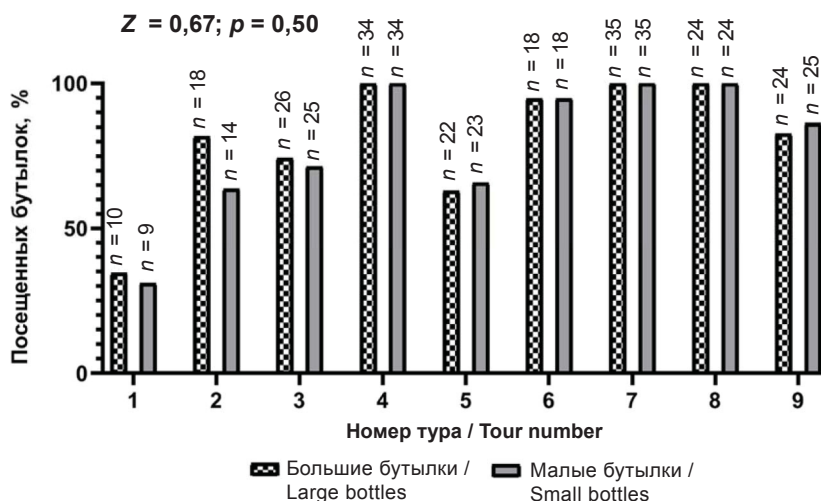


Рис. 2. Доля бутылок двух типов, посещённых в каждом туре (исключены из учёта пары бутылок с признаками внешнего вмешательства)

Fig. 2. The percentage of each type of bottle visited during each tour (excluding any bottles that showed signs of external interference)

В эксперименте по проверке влияния уровня освещения внутри бутылки на её посещаемость мелкими млекопитающими было зафиксировано равное число посещений (по 77) чёрной и прозрачной модификаций:

посещены обе бутылки в паре – 72 случая; только чёрная – 5; только прозрачная – 5; результаты аннулированы из-за постороннего вмешательства – 4; ни одна бутылка в паре не посещена – 58 (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

Результаты посещения мелкими млекопитающими бутылок с разной прозрачностью стенок
The total number of visits made by small mammals to bottles with varying degrees of wall transparency

| Бутылки / Bottles | Посещённые / Visited | | Непосещённые / Unvisited | | Исключённые из анализа / Excluded from the analysis | |
|------------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| | Чёрные / Black | Прозрачные / Transparent | Чёрные / Black | Прозрачные / Transparent | Чёрные / Black | Прозрачные / Transparent |
| Обе в паре / Both are paired | 72 | 72 | 58 | 58 | 4 | 4 |
| Одна в паре / One in a pair | 5 | 5 | 5 | 5 | – | – |
| Всего / Total | 77 | 77 | 63 | 63 | 4 | 4 |
| | 154 | | 126 | | 8 | |

Полученные в ходе эксперимента результаты могут свидетельствовать о том, что ни объём, ни освещённость внутри бутылки не влияют на

её посещаемость мелкими млекопитающими. Поэтому для бутылочного метода учёта обилия животных целесообразно использовать малые



бутылки, так как они меньше, легче и, соответственно, удобнее. При этом бутылки могут быть как прозрачными, так и нет. Мы предполагали, что чёрные бутылки, минимально пропускающие свет, будут более привлекательны для мелких млекопитающих, использующих норы в качестве укрытий. Непрозрачные материалы используются и в других устройствах для изучения этой группы животных, например, в следовых тоннелях, включая имеющиеся в продаже [17–19]. Никто из указанных авторов не поясняет выбор цвета конструкции, но мы предполагаем, что они руководствуются тем, что светлые объекты редко встречаются на уровне земли в естественной среде и могут отпугивать мелких млекопитающих, ведущих преимущественно ночной образ жизни. Также есть данные, что грызуны чаще избегают следовых тоннелей с хорошей освещённостью внутри [20]. Можно предположить, что действие фактора освещённости в нашем исследовании всё-таки отличалось от ноля, но нивелировалось наличием приманки, которая мотивировала животных к риску.

Следует отметить, что результаты данной работы относятся только к тем видам мелких млекопитающих, которые, как установлено нами в сопутствующем исследовании, встречались в месте проведения работ: полевая мышь (*Apodemus agrarius* Pallas, 1771), лесная мышь (*Sylvaemus uralensis* Pallas, 1811) и серые полёвки (*Microtus spp.*).

Метод учёта обилия мелких млекопитающих с помощью бутылочек предназначен, в первую очередь, для использования в городской среде. Одним из его преимуществ является низкая подверженность кражам и вандализму, которые являются проблемой при исследованиях в антропогенных условиях по всему миру [13]. С этой точки зрения прозрачные бутылочки предпочтительнее, поскольку они встречаются гораздо чаще чёрных и привлекают меньше внимания.

Заключение

Таким образом, мы не обнаружили влияния объема бутылочки или уровня освещённости внутри неё на посещаемость мелкими млекопитающими. При использовании этого метода мы рекомендуем выбирать бутылочки объемом 0,25 л любой степени прозрачности.

Список литературы

1. Sikes R. S., Gannon W. L. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research // *Journal of Mammalogy*. 2011. № 92. P. 235–253.
2. Sikes R. S., Bryan II J. A., Gannon L., Odell K., Tracy A. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research // *Journal of Mammalogy*. 2016. Vol. 97, № 3. P. 663–688. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyw078>
3. Kalinin A. A. The consequences of small mammal censuses by method of irreversible removal // *Russ. J. Ecol.* 2019. Vol. 50, № 3. P. 262–267.
4. Kalinin A. A., Aleksandrov D. Y., Kupriyanova I. F. Contributions of resident populations and nonresident activities of small mammals to the results of censuses performed using the permanent removal method // *Contemporary Problems of Ecology*. 2020. Vol. 13, № 2. P. 184–192.
5. DeSa M. A., Zweig C. L., Franklin H. P., Kitchens W. M., Kasbohm J. W. Comparison of small-mammal sampling techniques in tidal salt marshes of the central gulf coast of Florida // *Southeastern Naturalist*. 2012. Vol. 11, № 1. P. 89–100. <https://doi.org/10.1656/058.011.0109>
6. Hamm K. A., Diller L. V., Kitchen D. W. Comparison of indices to estimate abundance of dusky-footed woodrats // *Wildlife Society Bulletin*. 2002. Vol. 30, № 1. P. 64–70. <https://doi.org/10.2307/3784636>
7. Aplin K. P., Brown P. R., Jacob J., Krebs C. J., Singleton G. R. Field methods for rodent studies in Asia and the Indo-Pacific. Canberra, ACIAR Monograph, 2003. № 100. 223 p.
8. Карасева Е. В., Телицына А. Ю., Жигальский О. А. Методы изучения грызунов в полевых условиях. М.: Издательство ЛКИ, 2008. 416 с.
9. Bean W. T., Stafford R., Prugh L. R., Butterfield H. S., Brashares J. S. An evaluation of monitoring methods for the endangered giant kangaroo rat // *Wildlife Society Bulletin*. 2012. Vol. 36, № 3. P. 587–593. <https://doi.org/10.1002/wsb.171>
10. Blackwell G. L., Potter M. A., McLennan J. A. Rodent density indices from tracking tunnels, snap-traps and Fenn traps: Do they tell the same story? // *New Zealand Journal of Ecology*. 2002. Vol. 26, № 1. P. 43–51.
11. Nams V. O., Gillis E. A. Changes in tracking tube use by small mammals over time // *Journal of Mammalogy*. 2003. Vol. 84, № 4. P. 1374–1380. <https://doi.org/10.1644/BEH-001>
12. De Bondi N., White J. G., Stevens M., Cooke R. A comparison of the effectiveness of camera trapping and live trapping for sampling terrestrial small-mammal communities // *Wildlife Research*. 2010. № 37. P. 456–465. <https://doi.org/10.1071/WR10046>
13. Clarin B. M., Bitzilekis E., Siemers B. M., Goerlitz H. R. Personal messages reduce vandalism and theft of unattended scientific equipment // *Methods in Ecology and Evolution*. 2014. № 5. P. 125–131. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12132>
14. Tolkachev O. V., Malkova E. A., Maklakov K. V. A Reconnaissance method for small mammal abundance assessment in urban environments // *Russ. J. Ecol.* 2021. № 52. P. 329–339. <https://doi.org/10.1134/S106741362104010X>
15. Ермаков Л. Н., Николаев А. С., Фолитарек С. С. Активность и миграции // *Водяная полёвка: Образ вида*. М.: Наука, 2001. С. 290–305.



16. Фолитарек С. С., Максимов А. А. Сезонные кочевки, подвижность и активность водяной крысы // Водяная крыса и борьба с ней в западной Сибири. Новосибирск : Новосибирское кн. изд-во, 1959. 476 с.
17. Öberg M. The use of tracking tunnels to monitor the activity of small mammals in habitats associated with the northern wheatear (*Oenanthe oenanthe*). Master Thesis. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 2009. 35 p.
18. Gillies C. A., Williams D. DOC tracking tunnel guide v2.5.2: Using tracking tunnels to monitor rodents and mustelids. Hamilton, Department of Conservation, Science & Capability Group. 2013. 14 p.
19. Ruffell J., Innes J., Didham R. K. Efficacy of chew-track-card indices of rat and possum abundance across widely varying pest densities // *New Zealand Journal of Ecology*. 2015. Vol. 39, № 1. P. 87–92.
20. Cooper A., Kelly C. L., King C. M., Miller S. D., Patty B. Do rats mind getting their feet dirty? Observing the behaviour of ship rats (*Rattus rattus*) towards footprint tracking tunnels // *New Zealand Journal of Zoology*. 2017. Vol. 45, № 1. P. 61–72. <https://doi.org/10.1080/03014223.2017.1361455>
- [The Method of Studying Rodents in the Wild Nature]. Moscow, LKI Publ., 2008. 416 p. (in Russian).
9. Bean W. T., Stafford R., Prugh L. R., Butterfield H. S., Brashares J. S. An evaluation of monitoring methods for the endangered giant kangaroo rat. *Wildlife Society Bulletin*, 2012, vol. 36, no. 3, pp. 587–593. <https://doi.org/10.1002/wsb.171>
10. Blackwell G. L., Potter M. A., McLennan J. A. Rodent density indices from tracking tunnels, snap-traps and Fenn traps: Do they tell the same story? *New Zealand Journal of Ecology*, 2002, vol. 26, no. 1, pp. 43–51.
11. Nams V. O., Gillis E. A. Changes in tracking tube use by small mammals over time. *Journal of Mammalogy*, 2003, vol. 84, no. 4, pp. 1374–1380. <https://doi.org/10.1644/BEH-001>
12. Bondi N. De, White J. G., Stevens M., Cooke R. A comparison of the effectiveness of camera trapping and live trapping for sampling terrestrial small-mammal communities. *Wildlife Research*, 2010, vol. 37, pp. 456–465. <https://doi.org/10.1071/WR10046>
13. Clarin B. M., Bitzilekis E., Siemers B. M., Goerlitz H. R. Personal messages reduce vandalism and theft of unattended scientific equipment. *Methods in Ecology and Evolution*, 2014, no. 5, pp. 125–131. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12132>
14. Tolkachev O. V., Malkova E. A., Maklakov K. V. A Reconnaissance method for small mammal abundance assessment in urban environments. *Russian Journal of Ecology*, 2021, no. 52, pp. 329–339. <https://doi.org/10.1134/S106741362104010X>
15. Erdakov L. N., Nikolaev A. S., Folitarek S. S. Activity and migrations. In: *Vodyanaya polevka: Obraz vida* [The Water Vole: Mode of the Species]. Moscow, Nauka, 2001, pp. 290–305 (in Russian).
16. Folitarek S. S., Maksimov A. A. Seasonal migrations, mobility and activity of the water rat. In: *Vodyanaya krysa i bor'ba s ney v zapadnoy Sibiri* [Water Rat and the fight against it in Western Siberia]. Novosibirsk, Novosibirskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1959. 476 p. (in Russian).
17. Öberg M. *The use of tracking tunnels to monitor the activity of small mammals in habitats associated with the northern wheatear (Oenanthe oenanthe)*. Master Thesis. Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences, 2009. 35 p.
18. Gillies C. A., Williams D. *DOC tracking tunnel guide v2.5.2: Using tracking tunnels to monitor rodents and mustelids*. Hamilton, Department of Conservation, Science & Capability Group, 2013. 14 p.
19. Ruffell J., Innes J., Didham R. K. Efficacy of chew-track-card indices of rat and possum abundance across widely varying pest densities. *New Zealand Journal of Ecology*, 2015, vol. 39, no. 1, pp. 87–92.
20. Cooper A., Kelly C. L., King C. M., Miller S. D., Patty B. Do rats mind getting their feet dirty? Observing the behaviour of ship rats (*Rattus rattus*) towards footprint tracking tunnels. *New Zealand Journal of Zoology*, 2017, vol. 45, no. 1, pp. 61–72, <https://doi.org/10.1080/03014223.2017.1361455>

References

1. Sikes R. S., Gannon W. L. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy*, 2011, no. 92, pp. 235–253.
2. Sikes R. S., Bryan II J. A., Gannon L., Odell K., Tracy A. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy*, 2016, vol. 97, no. 3, pp. 663–688. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyw078>
3. Kalinin A. A. The consequences of small mammal censuses by method of irreversible removal. *Russian Journal of Ecology*, 2019, vol. 50, no. 3, pp. 262–267.
4. Kalinin A. A., Aleksandrov D. Y., Kupriyanova I. F. Contributions of resident populations and nonresident activities of small mammals to the results of censuses performed using the permanent removal method. *Contemporary Problems of Ecology*, 2020, vol. 13, no. 2, pp. 184–192.
5. DeSa M. A., Zweig C. L., Franklin Percival H., Kitchens W. M., Kasbohm J. W. Comparison of small-mammal sampling techniques in tidal salt marshes of the central gulf coast of Florida. *Southeastern Naturalist*, 2012, vol. 11, no. 1, pp. 89–100. <https://doi.org/10.1656/058.011.0109>
6. Hamm K. A., Diller L. V., Kitchen D. W. Comparison of indices to estimate abundance of dusky-footed woodrats. *Wildlife Society Bulletin*, 2002, vol. 30, no. 1, pp. 64–70. <https://doi.org/10.2307/3784636>
7. Aplin K. P., Brown P. R., Jacob J., Krebs C. J., Singleton G. R. *Field methods for rodent studies in Asia and the Indo-Pacific*. Canberra, ACIAR Monograph, 2003, no. 100. 223 p.
8. Karaseva E. V., Telitsina A. Yu., Zhigalsky O. A. *Metody izucheniya gryzunov v polevykh usloviyakh*

Поступила в редакцию 28.02.2023; одобрена после рецензирования 28.11.2023; принята к публикации 28.11.2023
The article was submitted 28.02.2023; approved after reviewing 28.11.2023; accepted for publication 28.11.2023