

УДК 599.323.6(470.345)

НОВАЯ МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ АКТИВНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ЗЕМЛЕРОВ

© 2017 г. А. В. Андрейчев

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет,
Саранск 430000, Россия
e-mail: teriomordovia@bk.ru

Поступила в редакцию 11.02.2017 г.

Разработана новая методика изучения активности подземных млекопитающих с использованием цифровых портативных диктофонов. Ранее слепышей регистрировали визуально по выбросам земли над поверхностью почвы. С применением диктофонов стало возможно точно определять, является система нор жилой или нежилой. Кроме того, стало возможным определение времени суток, когда зверьки перемещаются по системе нор. Данная методика для изучения активности млекопитающих, ведущих подземный образ жизни, применена и апробирована впервые.

Ключевые слова: методика, суточная активность, слепыш, нора, диктофон

DOI: 10.7868/S0044513417120054

На современном этапе исследования по суточной и сезонной активности млекопитающих проводятся с применением радиомаяков (Рожнов и др., 2011; Mech, 1967; Mech, Barber, 2002); или фотоловушек (фотовидеорегистраторов) (Сутырина и др., 2014; Andreychev et al., 2015). Использование и того, и другого метода в отношении подземных обитателей, таких как слепыш и крот, затруднено или невозможно. Этими методическими трудностями объясняется почти полное отсутствие в литературе данных о суточной активности этих видов. Как справедливо отмечают исследователи, затруднения прямых наблюдений за биологией землероев обусловлены большой протяженностью отдельных нор (до сотен метров), сложностью или даже неосуществимостью отслеживания перемещений особей по норам, а также сезонной сменой конфигурации и направления нор на индивидуальных участках (Овчинникова, 1971; Пузаченко, 1993; Rado, Terkel, 1989). В частности, учет жилых ходов крота проводился маршрутным методом, для этого все встреченные “переходы” кротовых нор через маршрут учетчика первоначально заминали или прикапывали, а позже проверяли, как зверьки возобновляли перемещения (Шапошников, 1946).

В настоящей работе приведено описание методики исследования активности слепыша обыкновенного (*Spalax microphthalmus* Gldenstaedt 1770). До сих пор в литературе практически отсутствовала информация о суточной и сезонной жизни этого вида. Интерес к данному виду в Республике Мордовия, где проводилась апробация методики, обусловлен и статусом его редкости. Здесь проходит северная граница его

ареала и имеется только одна локальная популяция в окрестностях пос. Левженский Рузаевского р-на. Общая площадь территории, где отмечается зверек, составляет 26 км², из них заселенными являются лишь 3 км² (Андрейчев, 2012). Аналогично методика может быть применена для изучения активности любого землероя (крота, цокора). Принцип действия методики основан на записи шумов зверьков, создаваемых ими при перемещениях по норам. Поскольку информация по шумам животных в норах в литературе отсутствует, необходимо привести некоторые пояснения. Согласно классификации Темброка (Tembrock, 1963) акустические сигналы млекопитающих делятся на две группы: звуки голоса и шумы, не связанные с собственно голосовым аппаратом. Ко второй группе в частности относятся шумы, генерируемые посредством воздушной струи на вдохе и выдохе, в основном при помощи носовых полостей (Ильичев и др., 1975). Кроме того, на эти шумы накладываются шумы, возникающие непосредственно при перемещении зверька. Именно на регистрации этих шумов основан предложенный метод.

Установка диктофонов в норе

На подготовительном этапе следует выявить участки обитания землероев, определить направления кормовых ходов. Выбросы земли (слепышины) (1) были использованы нами для обнаружения расположения кормового хода (2). Начиная от выброса земли, раскапывали боковые отнорки (3), ведущие к основному ходу (рис. 1). Под прямым углом

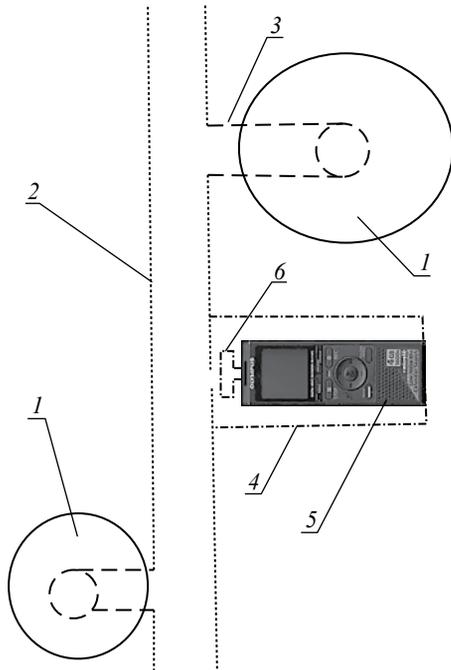


Рис. 1. Схема установки диктофонов для записи кормовой активности землероя:
 1 – выброс земли (слепышина), 2 – кормовой ход, 3 – боковой отнорок к выбросу, 4 – колодец (ямка) под диктофон, 5 – диктофон, 6 – выносной микрофон.

к направлению кормового хода выкапывали небольшой колодец (углубление) (4) по размеру диктофона. Колодец был устроен таким образом, чтобы от кормового хода его отделяла земляная стенка толщиной в 2 см, в которой выполняли небольшое отверстие для выносного внешнего микрофона (6) от диктофона (5). Важное условие данного этапа работы – это не нарушать замкнутость (“герметичность”) норы, так как, известно, что многие землерои и в том числе слепыши стремятся заделать все сквозняки в своих норах. На этой особенности поведения землероев в свое время был основан метод отлова (Голов, 1961). В последующем в качестве контейнеров для диктофонов мы использовали пластиковые бутылки от минеральной воды объемом 0.5 л, в которых предварительно делали разрезы для помещения записывающих устройств. Пластиковые бутылки применяли для влагоизоляции диктофонов. Предварительно бутылки очищали от этикеток и обдавали кипяченой водой, чтобы устранить все посторонние запахи. После помещения включенных диктофонов в колодцы их накрывали сверху дощечками, присыпали грунтом и закрывали дерном.

Успешно использовали диктофоны Olympus VN-416PC, VN-712PC. Возможно применение и других альтернативных моделей, сходных по техническим характеристикам. Диктофон работал от

алкалиновых или солевых батарей типа ААА либо к нему подключали внешний блок батарей, что продлевало длительность записи. В среднем одного комплекта батарей хватало на 80–100 ч непрерывной записи. Максимальная длительность записи 140 ч. По истечении ресурса батарей их заменяли на новые.

Прослушивание активности зверьков с помощью диктофонов можно проводить в различных частях поселений. Выбор мест установки записывающих устройств определяли предварительно по карте, с учетом границ поселения зверька. За основу размещения нескольких диктофонов в одной системе нор был взят принцип отлова мелких млекопитающих в ловчие канавки (Кучерук, 1952), а именно крайние диктофоны размещали на расстоянии 5 м от самых отдаленных концевых выбросов земли (как правило, свежих). Третий диктофон устанавливали по центру основного кормового хода между крайними вкопанными диктофонами (рис. 2). Для простоты обнаружения диктофонов на местности использовали GPS-навигатор. В одной системе нор применяли несколько диктофонов, т.к. зверьки могли быть активны в одной части норы и не активны в других ее частях. Для удобства дальнейшей обработки аудиозаписей из одной норной системы диктофоны включали одновременно. Это позволяло четко выявлять временные интервалы, в которые зверек перемещался мимо каждого диктофона.

Расчетами по времени регистрации появлений зверьков у разных диктофонов установлено самое быстрое передвижение, когда 1 м по кормовым ходам слепыш преодолевает за 7 с, в среднем – за 15 с. Ярким этому примером является ситуация, когда громкие шумы слепыша, проходящего мимо одного диктофона, были слышны в 14 ч 23 мин 40 с, а на другом диктофоне (установленном через 20 м по кормовому ходу) шумы зарегистрированы в 14 ч 25 мин 50 с. Из этого можно сделать вывод, что при анализе кормовой суточной активности слепыша можно обходиться одним центральным диктофоном, установленным в средней части основной кормовой норы.

Для определения уровня воспроизводимости результатов на разных диктофонах, записывающих в одно и то же время, были заложены несколько опытов, которые предусматривали размещение диктофонов размещались через 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 м в одной системе нор. При этом было выявлено, что слышимость шумов передвижений зверька в одной норе низка и шумы прохода у первого диктофона не слышны на третьем диктофоне и последующих, т.е. установленных на расстоянии 4 м и более от первого (рис. 3). В свое время еще А.А. Никольский (1984) указывал на то, что на распространение звуковых сигналов могут

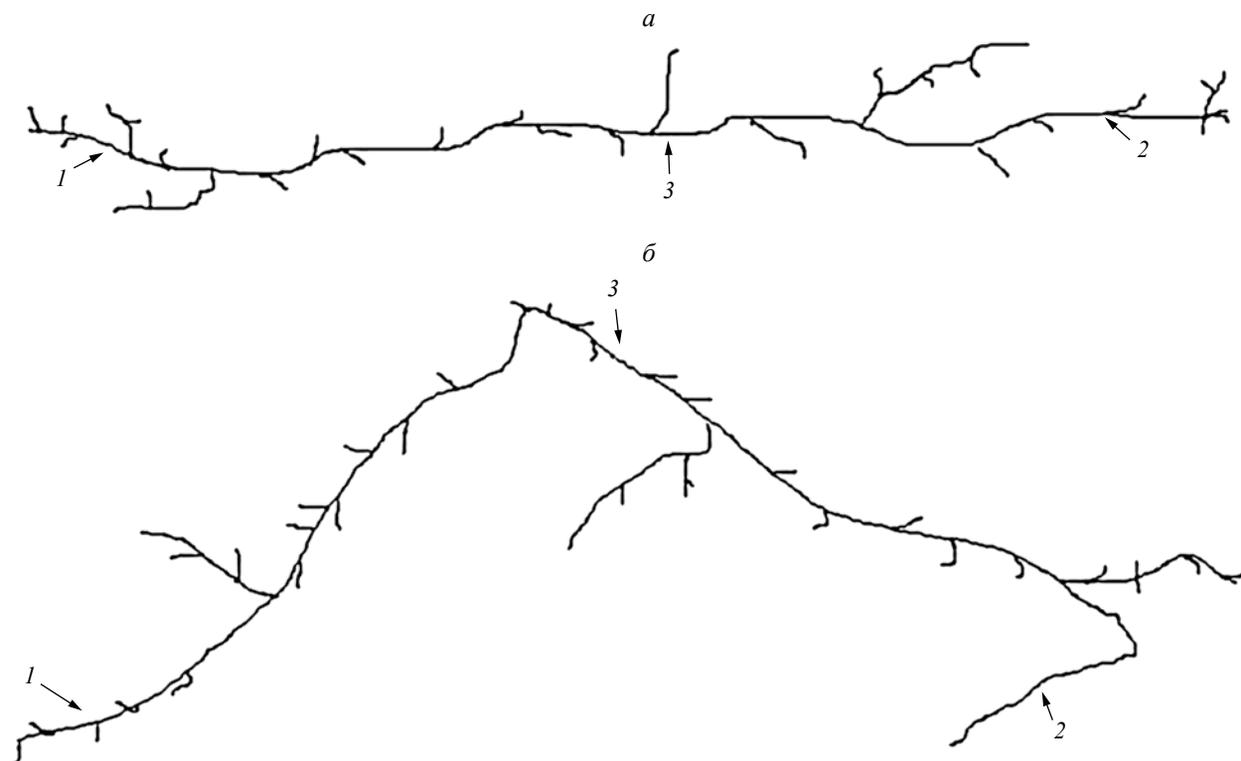


Рис. 2. Схемы установки диктофонов в линейной (а) и разветвленной (б) норových системах: 1–3 – номера диктофонов.

накладывать значительные ограничения акустические особенности среды, т.е. свойства почвы и воздуха (влажность, температура) в норах. Встречая на своем пути преграды, звук избирательно поглощается и рассеивается ими. Для шумов, возникающих при перемещении зверьков, почва выступает основной преградой.

Отдельное внимание уделялось распознаванию шумов разных видов землероев и их отличиям от шумов других комменсалов из числа позвоночных животных. Известно, что норы слепышей в качестве убежищ используют многие виды млекопитающих (суслики, серый хомячок, обыкновенный хомяк, полевки, полевая мышь) (Пузаченко, 2011). По норам кротов могут передвигаться бурузубки, мыши и другие животные. В результате полевых работ выяснено, что в окрестностях пос. Левженский не обитают такие известные комменсалы слепыша, как крапчатый суслик (*Spermophilus suslicus*), обыкновенный хомяк (*Cricetus cricetus*). Поэтому изначально предполагалось, что в норах с помощью диктофонов кроме шумов, возникающих при передвижении слепышей, могут быть записаны лишь возможные шумы мелких млекопитающих (бурузубок (*Sorex* sp.), мышей (*Apodemus* sp.), полевок (*Microtus* sp.). Для точного разделения шумов слепыша от его комменсалов проведена серия экспериментов ($n = 20$) с провоцированием

перемещений слепыша по норе. Целесообразно привести их описание. В системе нор слепыша делался “сквозняк”. Для этого мы открывали кормовой ход). С двух сторон, в 4–6 м от открытого хода на основном магистральном ходе устанавливали диктофоны. Диктофоны стояли именно на таком достаточно далеком расстоянии от “сквозняка”, так как, как было описано выше, на этой дистанции в запись не попадали шумы, связанные с работой зверька над восстановлением герметичности норы, а только шумы его прохода. Исследователь караулил появление слепыша у сквозняка. Зверек, как правило, появлялся относительно быстро (в первые 60 мин после устройства сквозняка) и заделывал отверстие в норе, восстанавливая ее “герметичность”. После появления зверька у открытого хода диктофоны извлекали из земли и анализировали аудиозаписи с шумами, произведенными заведомо слепышом, т.е. таким образом мы получали эталонные (рис. 4). С эталонными записями шумов землероев можно ознакомиться на электронном информационном ресурсе (Audiosound, 2016). При анализе записей из нор все несвойственные слепышу короткие шумы относили к его комменсалам. На рис. 5 представлена осциллограмма шумов одной “пробежки” мимо диктофона мелкого комменсала нор слепыша (длительность от 5 до 10 с). При этом сложно определить, кому именно

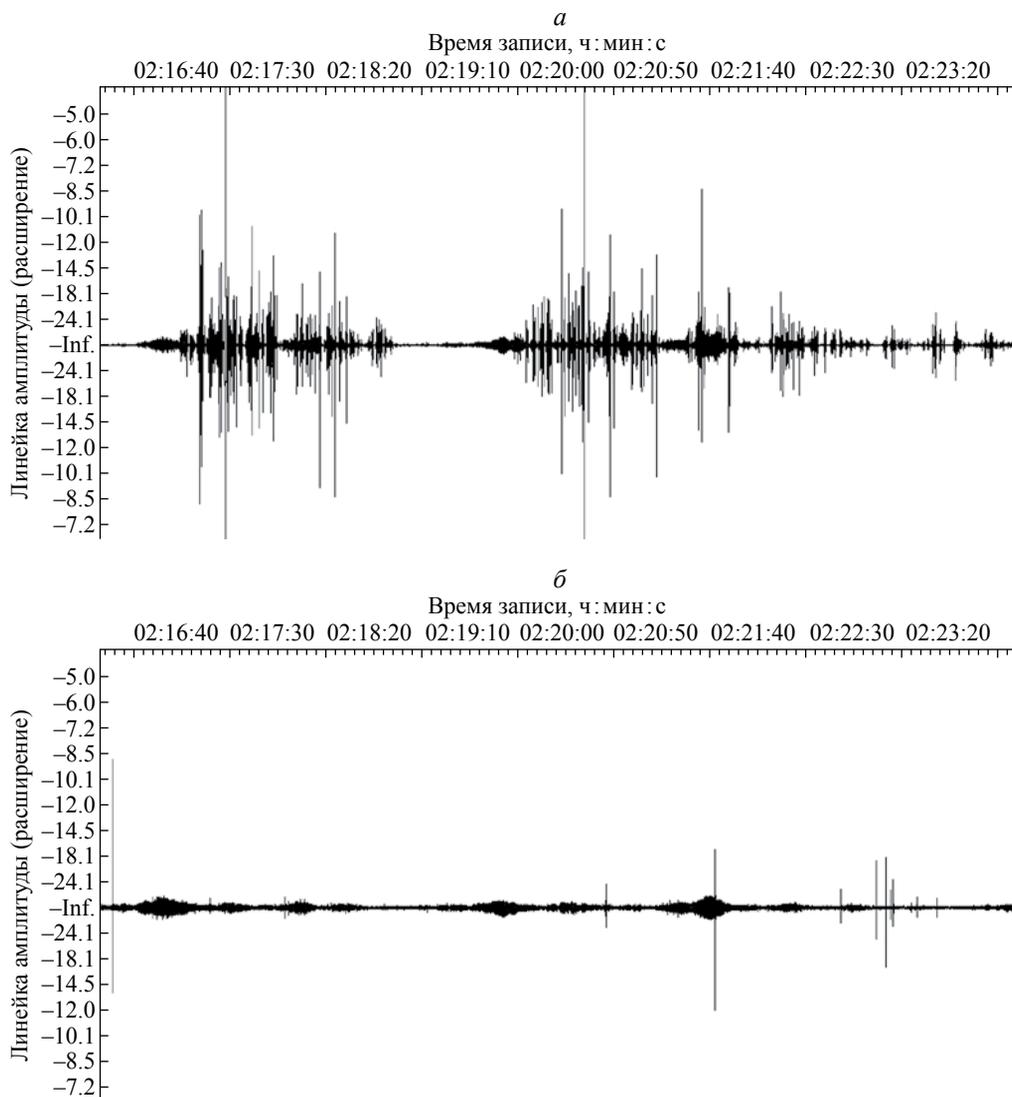


Рис. 3. Осциллограммы, полученные при одновременной записи шумов диктофонами, установленными через 4 м, в одной из нор слепыша обыкновенного: *a* – шумы четко выделяются, *b* – шумы отсутствуют.



Рис. 4. Длительность серии шумов, издаваемых слепышами (заведомо известно) при перемещении мимо диктофона к “сквозняку” в эксперименте.

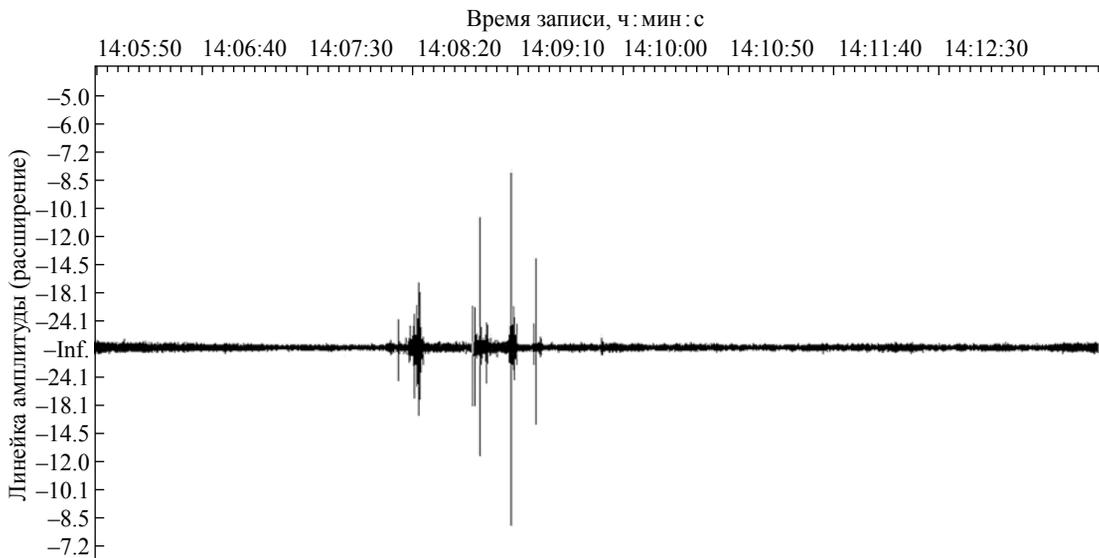


Рис. 5. Осциллограмма с шумами мелкого комменсала в норе слепыша.

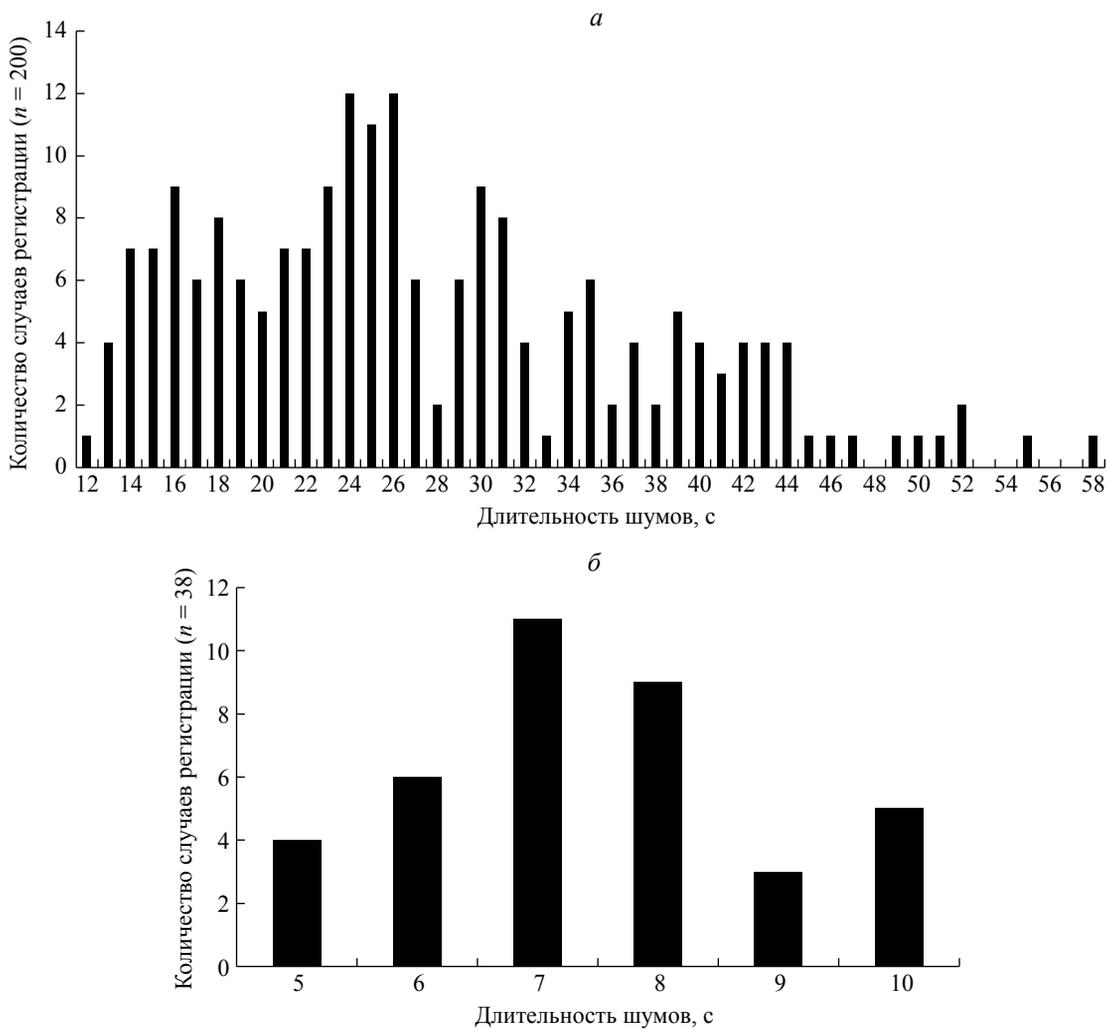


Рис. 6. Длительность шумов, издаваемых слепышами ($n = 200$) (а) и комменсалами ($n = 38$) (б) при перемещении мимо диктофона.

из мелких грызунов или насекомоядных принадлежат эти шумы. Предпринятые попытки отлова комменсалов в норах слепыша с помощью ловушек Геро и клеевых приманок не увенчались успехом. Слепыш заваливал эти орудия или выталкивал из своей норы. Тем не менее, можно с уверенностью утверждать, что спутать шумы слепыша с бурозубками или полевками практически невозможно.

Шумы слепыша, перемещающегося по норе мимо диктофона, могут быть охарактеризованы как серии (рис. 3а). Каждая серия представляет собой 3–4 последовательности сигналов, сильно модулированных по амплитуде, длительностью от 7 до 20 с (рис. 3). Длительность шумов одной серии, регистрируемой на диктофон, при перемещении мимо него слепыша составляет 12–58 с, в среднем 27.5 с (рис. 6а). Эти шумы создаются регулярными волнами дыхания и передвижением зверька. Длительность шумов комменсалов нор слепыша составляет 5–10 с, в среднем 7.4 с (рис. 6б). При этом гистограммы шумов перемещений обитателей нор сформированы не случайно, выборка по длительности шумов пробежек комменсалов проанализирована вся ($n = 38$), а объем по длительности шумов пробежек слепыша составил 200 измерений. Для сравнения продолжительность последовательностей шумов, сильно модулированных по амплитуде в серии шумов крота, как правило, составляет 20–40 сек., но об этом, как и о суточной, сезонной активности землероев, более подробно будет сообщено в последующих статьях.

Обработка аудиозаписей

Камеральную обработку полученных аудиозаписей следует проводить с использованием программ AIMP 1.75 (2007) и AUDACITY2.1.1 (2015). Без приведенных программ исследователю пришлось бы прослушивать все многочасовые записи. Применение данного программного обеспечения позволило экономить время с функцией визуального просмотра аудиозаписи по частотному диапазону в поиске пиков (колебаний амплитуды), собственных шумам землероев. При визуальном обнаружении соответствующих пиков на определенном участке осциллограммы исследователь прослушивает шумы. Подтвердив или опровергнув принадлежность шумов тому или иному зверьку, исследователь продолжает поиск следующих пиков на осциллограмме. Для конвертирования файлов аудиозаписей из формата WMA в формат WAV и разделения на короткие легко анализируемые участки осциллограмм успешно применялась программа AUDACITY. В качестве альтернативы можно использовать программу SONY SOUND FORGE AUDIO STUDIO 7.0 (2003).

За долю (степень) активности землероя было принято среднее число его перемещений мимо

диктофона в течение 1 ч. Для расчета активности первоначально подсчитывали количество перемещений каждого зверька в отдельные часы, например с 15.00 ч до 16.00 ч. В последующем проводилось усреднение полученных данных по всем особям по суткам, а затем и по месяцам. Для удобства описания сутки были разделены условно по часам активности на следующие периоды: ночной (с 23.00 ч до 06.00 ч), утренний (с 06.00 ч до 09.00 ч), предобеденный (с 9.00 ч до 12.00 ч), обеденный (с 12.00 ч до 15.00 ч), полуденный (от 15.00 ч до 18.00 ч), вечерний (с 18.00 ч до 23.00 ч).

Достоинства и недостатки методики

Методика успешно апробирована на слепыше обыкновенном в 2015–2016 гг. на территории Республики Мордовия. В ходе апробации методики выявлены следующие ее достоинства:

- 1) Возможность получить максимально подробную информацию о суточной и сезонной активности зверьков.
- 2) Минимизация беспокойства со стороны исследователя, существенно не нарушается естественная структура нор.
- 3) Возможность проведения исследований на протяжении длительного периода.
- 4) Большой охват территории исследования.
- 5) Удобный график работы исследователя.
- 6) Возможность выявления жилой или нежилой норы без непосредственного отлова зверьков.
- 7) Минимальное время для выявления заселенности норы, которая может ограничиться одними сутками, даже в сезоны низкой активности зверьков.

Недостатком данной методики изучения суточной и сезонной активности землероев является то, что она не позволяет осуществить аудиозаписи в гнездовых камерах, которые находятся у слепыша на глубине 3–4 м (Власов, Пузаченко, 1993), у крота на глубине 1.5–2 м. Именно поэтому акцент в методике сделан на активность в кормовых ходах, расположенных на глубине около 20 см (Дукельская, 1932; Гуляевская, 1954).

С помощью предложенной методики могут быть получены данные по суточной и сезонной активности и других видов-землероев, что в перспективе даст интересный сравнительный материал по экологии этой плохо изученной группы млекопитающих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андрейчев А.В., 2012. Слепыш обыкновенный (*Spalax microphthalmus*) в антропогенно-трансформированном ландшафте Мордовии // Человек и животные. Астрахань: Изд-во Астраханского ун-та. С. 18–21.

- Власов А.А., Пузаченко А.Ю., 1993. Распределение ходов обыкновенного слепыша (*Spalax microphthalmus* Guldenstaedt 1770, Rodentia, Spalacidae) в заповедной луговой степи // Экология. Вып. 4. С. 88–90.
- Голов Б.А., 1961. Ловушка на слепыша // Зоологический журнал. Т. 40. Вып. 7. С. 1110–1111.
- Гуляевская Н.С., 1954. Роющая деятельность (*Spalax microphthalmus* Guld) и ее ландшафтное и сельскохозяйственное значение. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. 17 с.
- Дукельская Н.М., 1932. Биология слепыша и испытание различных способов борьбы с ним // Труды по защите растений Т. 4. Вып. 2. С. 23–46.
- Ильичев В.Д., Васильев Б.Д., Жантиев Р.Д., Протасов В.Р., Романенко Е.В., Симкин Г.Н., 1975. Биоакустика. Учебное пособие. Под ред. В.Д. Ильичева. М.: Высшая школа. С. 143–144.
- Кучерук В.В., 1952. Методы учета мышевидных грызунов // Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. М.: Наука. С. 9–44.
- Никольский А.А., 1984. Звуковые сигналы млекопитающих в эволюционном процессе. М.: Наука. 200 с.
- Овчинникова С.Л., 1971. Распространение обыкновенного слепыша (*Spalax microphthalmus* Guld.) в юго-восточной части Черноземного центра // Труды Воронежского ун-та. Вып. 93. С. 80–83.
- Пузаченко А.Ю., 1993. Пространственная структура группировок обыкновенного слепыша *Spalax microphthalmus* (Rodentia, Spalacidae) // Зоологический журнал. Т. 72. Вып. 5. С. 123–131.
- Пузаченко А.Ю., 2011. Обыкновенный слепыш (Электронный проект) // Центр охраны дикой природы // (http://www.biodiversity.ru/programs/rodent/species/spalax_microphthalmus.html). Проверено 27.01.2016.
- Рожнов В.В., Эрнандес-Бланко Х.А., Лукаревский В.С., Найдено С.В., Сорокин П.А. и др., 2011. Использование спутниковых радиомаяков для изучения участка обитания и активности амурского тигра (*Panthera tigris altaica*) // Зоологический журнал. Т. 90. Вып. 5. С. 580–594.
- Сутырина С.В., Серёдкин И.В., Микелл Д.Д., 2014. Смена состава группировки амурского тигра в Сихотэ-алинском заповеднике по данным фотоучетов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 16. № 1–4. С. 1176–1179.
- Шапошников Л.В., 1946. О динамике численности кротов (*Talpa europaea* L.) // Зоологический журнал. Т. 25. Вып. 4. С. 367–371.
- AIMP, 2007. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.aimp.ru/>
- Andreychev A.V., Kuznetsov V.A., Alpeev M.A., 2015. Daily activity rhythms of the red fox (*Vulpes vulpes*) in reproduction period of forest zone in Saransk city, Russia // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. № 1 (11–12). P. 24–28.
- AUDACITY, 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.audacityteam.org/>
- Audiosound, 2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://yadi.sk/d/oUnbN9pE3F7iwJ>
- Mech D.L., Barber S.M., 2002. A critique of wildlife radio-tracking and its use in national parks. A report to the U.S. National Park Service. 80 p.
- Mech L.D., 1967. Telemetry as a technique in the study of predation // Journal Wildlife Manag. V. 31. P. 492–496.
- Rado R., Terkel J., 1989. A radio-tracking system for subterranean rodents // Journal Wildlife Manag. V. 53. № 4. P. 946–949.
- Tembrock G., 1963. Acoustic behaviour of mammals // Acoustic behaviour of animal. Amsterdam: Elsevier. P. 751–783.

A NEW TECHNIQUE FOR STUDYING THE ACTIVITY OF UNDERGROUND MAMMALS

A. V. Andreychev

Mordovian National Research State University, Saransk 430000, Russia
e-mail: teriomordovia@bk.ru

A new technique for studying the activity of underground mammals using portable digital voice recorders is developed. Earlier, mole rats were recorded visually, based on emissions of ground above the soil surface. Applying tape recorders, it becomes possible to precisely define if the system of holes is inhabited or not. In addition, it becomes possible to determine the time of the day when the animals move through the system. This technique for studying the activity of the mammals with an underground lifestyle has been applied and approved for the first time.

Keywords: technique, daily activity, mole rat, hole, voice recorder