

ДЕПАРТАМЕНТ КУЛЬТУРЫ ГОРОДА МОСКВЫ  
DEPARTMENT OF CULTURE OF MOSCOW

ЕВРОАЗИАТСКАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ ЗООПАРКОВ И АКВАРИУМОВ  
EUROASIAN REGIONAL ASSOCIATION OF ZOOS AND AQUARIA

ГАУ «МОСКОВСКИЙ ЗООПАРК»  
MOSCOW ZOO

# НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЗООЛОГИЧЕСКИХ ПАРКАХ Scientific research in zoological parks



**Выпуск 35**  
Volume 35

Москва  
КолорВитрум  
2020

УДК: 59:[591.1+591.2+591.5]:502

ББК 28.6лб

Н 34

Н 34 Научные исследования в зоологических парках. Выпуск 35. Сборник научных исследований. — М. : ООО «КолорВитрум», 2020. — 204с.

Библ.: 193 назв.; табл.: 47; рис.:83; эл. рис.:5.

Дорогие коллеги!

Мы предлагаем вашему вниманию очередной 35 выпуск сборника Московского зоопарка «Научные исследования в зоологических парках», посвященный различным аспектам зоопарковской деятельности. С содержанием этого и предыдущих сборников можно ознакомиться на сайте Московского зоопарка [moscowzoo.ru/pro/librari/publishing/](http://moscowzoo.ru/pro/librari/publishing/), а также на сайте научной электронной библиотеке [elibrari.ru/](http://elibrari.ru/).

Dear colleagues!

We offer to your attention the 35 volume of the Scientific Research in Zoological Parks, dedicated to different aspects of zoos'activities. Our readers can find the contents and previous publications on the Moscow zoo website [moscowzoo.ru/pro/librari/publishing](http://moscowzoo.ru/pro/librari/publishing/), and on the scientific electronic librari website [elibrari.ru/](http://elibrari.ru/).

Ответственный редактор В. Ю. Дубровский

Responsible for the issue: V. Dubrovskiy

Редакционная коллегия: Е. С. Непринцева, Е. Ю. Федорович, Р. М. Аношин

Editorial board: E. Nепrintseva, E. Fedorovich, R. Anoshin

При содействии Генерального директора ГАУ «Московский зоопарк» С. В. Акуловой

Supported by CEO of Moscow Zoo S. Akulova

Макет и верстка: ООО «КолорВитрум»

Design and layout: ColorVitrum, Ltd

ISBN 978-5-6042917-5-7

© ГАУ «Московский зоопарк», 2020

© Коллектив авторов: текст, 2020

© Оформление. ООО «КолорВитрум», 2020

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТПУГИВАНИЯ ГРЫЗУНОВ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ УСТРОЙСТВ

И.А. Володин<sup>1,2</sup>, Е.В. Володина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГАУ «Московский зоопарк»

<sup>2</sup> Биологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова  
volodinsvoc@mail.ru

#### ВВЕДЕНИЕ

В зоопарках часто возникает проблема борьбы с синантропными грызунами, в первую очередь серыми крысами (*Rattus norvegicus*), которые могут поселяться как в служебных помещениях с кормами, так и в экспозиционных вольерах. Во многих случаях близкое соседство животных зоопарка и синантропных грызунов препятствует использованию ядов и приходится обращать внимание на альтернативные методы контроля численности грызунов-вредителей. В этом обзоре мы рассматриваем достоинства и недостатки метода отпугивания грызунов с помощью ультразвуковых устройств и его применимость в практике зоопарков.

Отпугивание грызунов с помощью ультразвуковых устройств основано на широком использовании в коммуникативном поведении грызунов ультразвукового диапазона частот (частоты более 20 кГц, выше верхней границы слухового диапазона человека) (Brudzynski, 2014). Для наиболее изученных серых крыс было обнаружено, что они издают ультразвуковые крики в двух диапазонах: 22 кГц (кГц) и 50 кГц. 22-кГц крики связаны с ситуациями, вызывающими негативное эмоциональное состояние (присутствие хищника, агрессия, боль), тогда как 50-кГц крики связаны с ситуациями, вызывающими позитивное эмоциональное состояние (пища, половое поведение, дружеские и тактильные контакты) (Brudzynski, 2013). Для лабораторных крыс было показано, что они снижают свою активность после проигрывания 22-кГц криков (Brudzynski, Chiu, 1995; Nicolasetal., 2007).

На этой находке было основано создание и использование ультразвуковых устройств для отпугивания серых крыс, издающих громкие звуки в 22-кГц диапазоне. Предполагалось, что крысы будут воспринимать эти звуки как крики тревоги и будут избегать мест, в которых расположены устройства, что позволит отпугивать крыс и предохранять важные для людей ресурсы и объекты. В дальнейшем, подобные устройства стали использовать для защиты не только от серых крыс, но и от других видов грызунов, имеющих сходные вокальные коммуникативные системы.

В настоящее время производится большое число разнообразных моделей ультразвуковых устройств для отпугивания грызунов. Однако их реальная эффективность протестирована лишь в небольшом числе исследований (Shumake et al., 1982; Timm, 2003; Latorre et al., 2013; Sousa-Guedes et al., 2020). Большинство таких устройств создает ультразвук за счет механического трения (стридуляции), и его пилообразная структура значительно отличается от ровных, немодулированных ультразвуковых криков тревоги крыс (Timm, 2003; Mulgan, Sjoberg, 2019). Ультразвуковые устройства генерируют ультразвук в диапазоне от 19 до 32 кГц, издавая его пучком от 80 до 100 градусов (Crawford et al., 2018). Некоторые современные ультразвуковые устройства способны

генерировать меняющиеся ультразвуковые частоты от 25 до 65 кГц (Nair et al., 2017; Mulgan, Sjoberg, 2019) Максимальная дистанция отпугивания составляет 30 м, площадь защищаемой территории сильно варьирует между устройствами, от 28 м<sup>2</sup> до 1200 м<sup>2</sup> для наиболее мощных и дорогих (Crawford et al., 2018; Sousa-Guedes et al., 2020).

### ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ МЕТОДА

Очевидным достоинством метода является то, что люди не слышат ультразвуковые крики и могут находиться в одном помещении с репеллентными ультразвуковыми устройствами (хотя имеются и противоположные данные, Leighton, 2016). Также, в отличие от ядов, ультразвуковые устройства неопасны для человека и домашних животных, а также не происходит токсического загрязнения территории и кормов. Ультразвуковые крики отпугивают грызунов, не вызывая их смерти и не требуя последующей утилизации умерших животных. При наличии источника электрического тока, ультразвуковые устройства могут работать практически постоянно, не требуя ежедневного контроля со стороны обслуживающего персонала.

Вместе с тем, ультразвуковые устройства были разработаны для отпугивания серых крыс и могут быть неэффективны для многих других видов синантропных грызунов, у которых ультразвуковая коммуникация осуществляется на более высоких частотах: мышей (50–100 кГц, Scattoni et al., 2008; Grimsley et al., 2011), полевков (25–50 кГц, Yurlova et al., 2020), песчанок (40–100 кГц, Zaytseva et al., 2019). Также, синантропные грызуны легко привыкают к высокому уровню шума и способны существовать и размножаться в очень шумной среде, такой как аэропорты и железнодорожные вокзалы. Эксперименты показывают, что крысы способны привыкнуть к незнакомому высокоинтенсивному ультразвуку в течение 48 часов (Lund, 1988). Кроме того, ультразвук быстро затухает и рассеивается при встрече с препятствиями. Ультразвуковые волны неспособны проникать в норы и гнезда грызунов (Lund, 1988). Поэтому ультразвуковые устройства эффективны только в небольших замкнутых помещениях (комнатах, бункерах) и практически бесполезны в больших складах, зернохранилищах и на открытом воздухе.

Многие виды животных могут слышать ультразвуковые крики и ультразвуковые устройства могут оказывать на них негативное воздействие. К примеру, верхняя граница слуховой чувствительности домашней собаки (*Canis familiaris*) составляет 41–47 кГц и практически не зависит от размера и породы (Heffner, 1983). Для других видов псовых таких данных нет, но, скорее всего, она также высока, поскольку красные волки (*Cuon alpinus*) и гиеновые собаки (*Lycaon pictus*), как и домашние собаки, способны издавать крики на пределе слышимости человека (16–18 кГц) (Volodina, Volodin, 2018). Есть данные об успешном использовании репеллентных ультразвуковых устройств для отпугивания одичавших домашних кошек (*Felis catus*) в Австралии (Crawford et al., 2018), которые тоже восприимчивы к ультразвуку. Среди зоопарковских животных слуховой чувствительностью в ультразвуковом диапазоне, помимо псовых и кошачьих, обладают мелкие приматы, грызуны, насекомоядные, мелкие сумчатые и рукокрылые. Для всех этих видов животных нахождение рядом с ультразвуковым устройством будет вызывать сильный дискомфорт, сравнимый с дискомфортом человека, находящегося рядом с включенной полицейской сиреной.

Недавние исследования (Leighton, 2016) показали, что люди также испытывают дискомфорт от нахождения рядом с источниками интенсивного 20-кГц ультразвука

(интенсивность 90–100 дБ), хотя и не слышат его. Вероятно, нахождение в одном помещении с постоянно работающим ультразвуковым устройством может быть небезопасно для человека.

## ТЕСТИРОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА

Тестирование ультразвуковых устройств на черных крысах (*Rattus rattus*) в замкнутых помещениях с кормом площадью 9 м<sup>2</sup> показало эффективность 20 кГц частоты по сравнению с частотами 30 и 40 кГц. Крысы начинали избегать этих помещений и заходили в них только при недостатке корма в других помещениях (Shumake et al., 1982). Крысы и мыши старались покинуть комнату, в которой работало ультразвуковое устройство на частотах 35, 38, 40 и 50 кГц, интенсивность не указана (Nweke, 2015). Был показан слабый эффект отпугивания двух ультразвуковых устройств (32 кГц, 120 дБ, радиус покрытия 30 м) расположенных по обеим сторонам шоссе, проходящем через сельскохозяйственные угодья в южной Португалии. Свободноживущие европейские лесные мыши (*Apodemus sylvaticus*) и алжирские мыши (*Mus spretus*) с одинаковой частотой ловились в живоловки при включенных и выключенных устройствах, однако интенсивность поимок снизилась в зоне работы устройств в течение 10 дней после их выключения (Sousa-Guedes et al., 2020).

Вместе с тем, имеется мало свидетельств, что репеллентный эффект ультразвука на грызунов сохраняется в течение длительного времени (Mason, 1998; Aflitto, DeGomez, 2015). Серые крысы и домовые мыши (*Mus musculus*) продолжают использовать помещение с постоянным источником пищи, даже если расположить в нем ультразвуковое устройство (Aflitto, DeGomez, 2015). Эксперименты по контролю эффективности шести коммерческих ультразвуковых устройств показали, что наблюдается очень незначительный репеллентный эффект на серых крыс (снижение двигательной активности на 30–50%), который практически исчезает из-за привыкания через 3–7 дней (Shumake, 1995). Использование коммерческих ультразвуковых устройств (характеристики не указаны) не снижало потери яиц у морских колониальных птиц от хищничества черных крыс, в том числе и при использовании ультразвуковых устройств в небольших гротах (Latorre et al., 2013). Тестирование трех коммерческих ультразвуковых устройств, генерирующих ультразвук на частотах 25–45 кГц, на черных крысах в имитирующей комнату вольере показало, что крысы не меняли свое поведение и свободно перемещались и кормились в 1,5 м от устройств, работающих на предельной мощности (128 дБ) (Mulgan, Sjoberg, 2019). Авторы приходят к выводу о полной неэффективности ультразвуковых устройств для отпугивания черных крыс. Оценка эффективности репеллентных свойств различных коммерческих ультразвуковых устройств показала их неэффективность для отпугивания серых крыс, черных крыс и домовых мышей, как в уличных вольерах, так и в вольерах, расположенных в помещении (размеры не указаны) (Timm, 2003). Автор приходит к выводу, что эффект от использования ультразвуковых устройств равен нулю и их продажи поддерживаются только рекламой производителей и малой доступностью информации о реальных результатах по отпугиванию грызунов (Timm, 2003).

Можно предположить, что репеллентные ультразвуковые устройства могут быть эффективно применены на морских судах и кораблях для предохранения от крыс небольших замкнутых помещений, в которых расположены кабели связи, силовые кабели и распределительные щитки. Также, такие устройства могут применяться в са-

молетах, стоящих на открытых стоянках, в первую очередь на полевых аэродромах, для предотвращения проникновения грызунов через шасси внутрь летательных аппаратов. Однако мы не знаем исследований, в которых это было протестировано.

### ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В ЗООПАРКЕ

По нашему мнению, применение репеллентных ультразвуковых устройств в зоопарках не оправдано в силу их низкой эффективности и высокой стоимости. Во всех случаях, их использование должно быть ограничено только небольшими помещениями без людей и экспозиционных животных, поскольку многие из них чувствительны к ультразвуку. Также, такие устройства должны быть снабжены электропитанием и защищены от воздействия влаги и сильных перепадов температур. Они могут быть использованы в подвальных помещениях, небольших помещениях с ценным оборудованием или кормами, архивах, в которых ультразвуковые устройства можно включать в периоды отсутствия сотрудников.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, грант 19-14-00037.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Aflitto N., DeGomez T. 2014. **Sonic pest repellents.** // Tucson, Arizona, USA: College of Agriculture, University of Arizona, AZ1639
- Brudzynski S.M. 2013. **Ethotransmission: communication of emotional states through ultrasonic vocalization in rats.** // *Current Opinion in Neurobiology.* V. 23. P. 310–317.
- Brudzynski S.M. 2014. **Social origin of vocal communication in rodents.** // In: Witzany G. (ed.) *Biocommunication of Animals*, Springer Science+Business Media Dordrecht. P. 63–79.
- Brudzynski S.M., Chiu E.M. 1995. **Behavioural responses of laboratory rats to playback of 22 kHz ultrasonic calls.** // *Physiology & Behavior.* V. 57. P. 1039–1044.
- Crawford H.M., Fontaine J.B., Calver M.C. 2018. **Ultrasonic deterrents reduce nuisance cat (*Felis catus*) activity on suburban properties.** // *Global Ecology and Conservation.* V. 15. e00444.
- Grimley J.M.S., Monaghan J.J.M., Wenstrup J.J. 2011. **Development of social vocalizations in mice.** // *PLoS ONE.* V. 6. N 3. e17460.
- Heffner H.E. 1983. **Hearing in large and small dogs: absolute thresholds and size of the tympanic membrane.** // *Behavioral Neuroscience.* V. 97. P. 310–318.
- Latorre L., Larrinaga A.R., Santamaria L. 2013. **Rats and seabirds: effects of egg size on predation risk and the potential of conditioned taste aversion as a mitigation method.** // *PLoS ONE.* V. 8. e76138.
- Leighton T.G. 2016. **Are some people suffering as a result of increasing mass exposure of the public to ultrasound in air?** // *Proceedings of the Royal Society A.* V. 472. 20150624.
- Lund M. 1988. **Ultrasound devices.** // In: Prakash I. (ed.) *Rodent pest management.* CRC Press, Boca Raton, FL, USA. P. 407–409.
- Mason J.R. 1998. **Mammal repellents: options and considerations for development.** // In: Baker R., Crabb A. (eds.) **Proceedings of the Eighteenth Vertebrate Pest Conference.** Davis, CA, University of California. P. 325–329.

- Mulgan N., Sjöberg T. 2019. **Testing the potential of sound as a deterrent of ship rats (*Rattus rattus*)**. // Zero Invasive Predators, Wellington, New Zealand. P. 1–10.
- Nair P., Nithiyanthan K., Dhinakar P. 2017. **Design and development of variable frequency ultrasonic pest repeller**. // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. V. 9. N 12. P. 22–34.
- Nicolas L.B., Klein S., Prinssen E.P. 2007. **Defensive-like behaviors induced by ultrasound: further pharmacological characterization in Lister-hooded rats**. // Psychopharmacology V. 194. P. 243–252.
- Nweke F.U. 2015. **Test to investigate the use of ultrasound as an alternative means of repelling and eradicating rodents**. // Journal of Electrical and Electronics Engineering. V. 10. N 4. P. 91–93.
- Scattoni M.L., Gandhi S.U., Ricceri L., Crawley J.N. 2008. **Unusual repertoire of vocalizations in the BTBR T+tf/J mouse model of autism**. // PLoS ONE. V. 3. N 8. e3067.
- Shumake S.A. 1995. **Electronic rodent repellent devices: a review of efficacy test protocols and regulatory actions**. // In: Mason J.R. (ed.) Repellents in Wildlife Management. USDA, National Wildlife Research Center, Fort Collins, CO. P. 253–270.
- Shumake S.A., Kolz A.L., Crane K.A., Johnson R.E. 1982. **Variables affecting ultrasound repellency in Philippine rats**. // Journal of Wildlife Management. V. 46. N 1. P. 148–155.
- Sousa-Guedes D., Ribeiro H., Vaz-Freire M.T., Mira A., Sillero N. 2020. **Ultrasonic device effectiveness in keeping rodents off the road**. // European Journal of Wildlife Research. V. 66. 23
- Timm R.M. 2003. **Devices for vertebrate pest control: are they of value?** // In: Fagerstone K.A., Witmer G.W. (eds) Proceedings of the 10th Wildlife Damage Management Conference. P. 152–161.
- Volodina E.V., Volodin I.A. 2018. **Dogs (*Canis familiaris*) and dholes (*Cuon alpinus*) squeak close to ultrasound**. // In: Gridley T. (ed.) 1st African Bioacoustics Community Conference, Cape Town, University of Cape Town. P. 50.
- Yurlova D.D., Volodin I.A., Ilchenko O.G., Volodina E.V. 2020. **Rapid development of mature vocal patterns of ultrasonic calls in a fast-growing rodent, the yellow steppe lemming (*Eolagurus luteus*)**. // PLoS ONE. V. 15. N 2. e0228892.
- Zaytseva A.S., Volodin I.A., Ilchenko O.G., Volodina E.V. 2019. **Ultrasonic vocalization of pup and adult fat-tailed gerbils (*Pachyuromys duprasi*)**. // PLoS ONE. V. 14. N 7. e0219749.

## SUMMARY

Volodin I.A., Volodina E.V.

### ***Efficacy of rodent repellent ultrasonic devices***

*Zoos often face a problem of fighting with synantropic rodents, primarily Norway rats, which can live in both service spaces with forage and in enclosures with animals. In many cases, a close neighborhood of zoo animals and synantropic rodents prevents the using of poisons and demands alternative methods for control of pest rodents. This review considers the advantages and disadvantages of the method of repelling rodents by using the ultrasonic devices and their application in zoo practice. Designing and the use of ultrasonic repellent devices was based on the finding that the Norway rats decrease their activity after playing back the 22-kHz calls. It was expected that rats will respond to these calls as to alarm calls and will avoid the places where the ultrasonic devices are mounted. However, rodents habituate within short terms to the*

*high level of noise, either sonic or ultrasonic. In addition, the ultrasound fades rapidly, dissipates when meeting obstacles and cannot propagate to rodent nests and burrows. Furthermore, many zoo species (canids, felids, small primates, rodents, insectivores, small marsupials and bats) have a hearing sensitivity in the ultrasonic range of frequencies. For these species, a vicinity to the ultrasonic device would evoke a strong discomfort. Moreover, people also experience discomfort in vicinity of the sources of intense ultrasonic 20-kHz calls, although they do not hear it. Indoor and outdoor tests of different ultrasonic devices revealed their low efficacy for repelling different species of rats and mice. So, applying the ultrasonic repellent devices in zoos should be restricted by using them indoor in small rooms, without people or zoo animals with hearing sensitivity in the ultrasonic range of frequencies.*