

Оригинальная статья / Original article

УДК 599.4

DOI: 10.18470/1992-1098-2024-1-5



# Особенности экологии *Rhinolophus mehelyi* (Chiroptera: Rhinolophidae) в период гибернации на северо-востоке Кавказа

Александр В. Жигалин<sup>1,2</sup>, Алимурад А. Гаджиев<sup>2</sup>, Батыргиши А. Муташев<sup>2</sup>, Александр Ю. Алексеев<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

<sup>2</sup>Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

<sup>3</sup>НИИ вирусологии, Федеральный исследовательский центр Фундаментальной и трансляционной медицины, Новосибирск, Россия

## Контактное лицо

Александр В. Жигалин, кандидат биологических наук; заведующий лабораторией, лаборатория мониторинга биоразнообразия, Национальный исследовательский Томский государственный университет; 634050 Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36; доцент, кафедра экологии, Институт экологии и устойчивого развития, Дагестанский государственный университет; 367001 Россия, г. Махачкала, ул. Дахадаева, 21. Тел. +79832391744

Email [alex-zhigalin@mail.ru](mailto:alex-zhigalin@mail.ru)

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4661-0560>

## Формат цитирования

Жигалин А.В., Гаджиев А.А., Муташев Б.А., Алексеев А.Ю. Особенности экологии *Rhinolophus mehelyi* (Chiroptera: Rhinolophidae) в период гибернации на северо-востоке Кавказа // Юг России: экология, развитие. 2024. Т.19, N 1. С. 60-66. DOI: 10.18470/1992-1098-2024-1-5

Получена 18 декабря 2023 г.

Прошла рецензирование 11 января 2024 г.

Принята 15 января 2024 г.

## Резюме

Цель – выявить особенности экологии подковоноса Мегеля в период гибернации на северо-восточной периферии ареала (Северный Кавказ, Республика Дагестан).

Исследования выполнялись в пещере Карабудахкентская (Республика Дагестан) в 2019–2023 гг. Обследование пещеры и учет животных проводился 1–2 раза в месяц. Микроклиматические показатели снимались автоматическими логгерами.

В ходе исследований установлено, что местом гибернации *R. mehelyi* на северо-востоке ареала является пещера Карабудахкентская. Минимальная, максимальная и средняя температуры в пещере в период зимовки *R. mehelyi* равны: 6,9 °С, 15,6 °С, 12,4 °С. соответственно. Минимальная влажность составляла 89,1 %, максимальная – 98,2 %, средняя влажность – 92,7 %. Установлено, что температура внутри убежища оказывает влияние на количество особей в обозримой части пещеры и формирование отдельных группировок. Помимо этого, наблюдается рост численности в апреле перед началом миграции.

Было установлено, что влажность не влияет на перемещения вида внутри пещеры, но температура является фактором, обуславливающим передвижение животных и их скученность. Таким образом, для точного учета численности вида, что важно для проведения природоохранных мероприятий, необходимо учитывать оба показателя: температуру и время проведения исследований.

## Ключевые слова

Подковонос Мегеля, экология, гибернация, Кавказ.

# Features of the ecology of *Rhinolophus mehelyi* (Chiroptera: Rhinolophidae) during hibernation in the north-east of the Caucasus

Alexander V. Zhigalin<sup>1,2</sup>, Alimurad A. Gadzhiev<sup>2</sup>, Batyrgishi A. Mutashev<sup>2</sup> and Alexander Yu. Alekseev<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

<sup>2</sup>Dagestan State University, Makhachkala, Russia

<sup>3</sup>Research Institute of Virology, Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine, Novosibirsk, Russia

## Principal contact

Alexander V. Zhigalin, Candidate of Biological Sciences, Head, Biodiversity Monitoring Laboratory, National Research Tomsk State University; 36 Lenin Ave., Tomsk, Russia 634050 & Associate Professor, Department of Ecology, Institute of Ecology and Sustainable Development, Dagestan State University; 21 Dakhadaeva St, Makhachkala, Russia 367001.

Tel. +79832391744

Email [alex-zhigalin@mail.ru](mailto:alex-zhigalin@mail.ru)

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4661-0560>

## How to cite this article

Zhigalin A.V., Gadzhiev A.A., Mutashev B.A., Alekseev A.Yu. Features of the ecology of *Rhinolophus mehelyi* (Chiroptera: Rhinolophidae) during hibernation in the north-east of the Caucasus. *South of Russia: ecology, development*. 2024; 19(1):60-66. (In Russ.) DOI: 10.18470/1992-1098-2024-1-5

Received 18 December 2023

Revised 11 January 2024

Accepted 15 January 2024

## Abstract

To identify the ecological features of the Megel Horseshoe Bat during its hibernation period in the northeastern periphery of its range (North Caucasus, Republic of Dagestan).

The research was carried out in the Karabudakhkentskaya Cave (Republic of Dagestan) in 2019–2023. The cave was surveyed and the animals were counted 1–2 times a month. Microclimatic indicators were recorded by automatic loggers.

During the research, it was found that the place of hibernation of *R. mehelyi* in the north-east of the area is the Karabudakhkentskaya Cave. The minimum, maximum and average temperatures in the cave during the wintering period of *R. mehelyi* are equal: 6.9 °C, 15.6 °C and 12.4 °C accordingly. The minimum humidity was 89.1 %, the maximum was 98.2 % and the average was 92.7 %. It was found that the temperature inside the shelter affects the number of individuals in the visible part of the cave and the formation of individual groupings. In addition, there is an increase in the number of individuals in April before the start of migration.

It was found that humidity does not affect the movement of the species inside the cave, but temperature is a factor determining the movement of animals and their crowding. Thus, to accurately record the number of species, which is important for carrying out environmental measures, it is necessary to take into account both indicators – temperature and time of research.

## Key Words

*Rhinolophus mehelyi*, ecology, hibernation, Caucasus.

**ВВЕДЕНИЕ**

Подковонос Мегеля или очковый *Rhinolophus mehelyi* (Matschie, 1910) имеет обширный фрагментированный ареал, охватывающий страны южной Европы, юго-запада Азии и Северной Африки. Глобальный природоохранный статус – уязвимый вид (UV) [1].

Северо-западная граница ареала вида проходит по Северному Кавказу, а именно, по Республике Дагестан. Этот регион единственный в России, где регистрируется данный вид, что делает его одним из самых редких рукокрылых в стране [2].

Первые данные о его обитании в регионе были получены во второй половине прошлого века после обнаружения на зимовке в пещере Карабудахкенская (Къызташ/Живая) близ села Карабудахкент около 1000 особей [3]. В последующем в том же укрытии было отмечено размножение этого вида [4].

Несмотря на то, что колония *R. mehelyi* в Дагестане известна долгие годы, на данный момент имеются лишь спорадические данные о температуре в пещере во время зимовки. Высказано мнение о том, что вид присутствует в укрытии преимущественно в конце зимнего периода, когда он прилетает из других мест [2; 5; 6]. Вместе с тем, фактические данные, подтверждающие данную гипотезу, отсутствуют.

Таким образом, в настоящее время остаются неизвестны особенности экологии *R. mehelyi* на северо-западной периферии ареала в зимний период. Нехватка такой информации не позволяет разработать природоохранные мероприятия [7; 8], что необходимо ввиду

малочисленности вида и возрастающих для него рисков.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

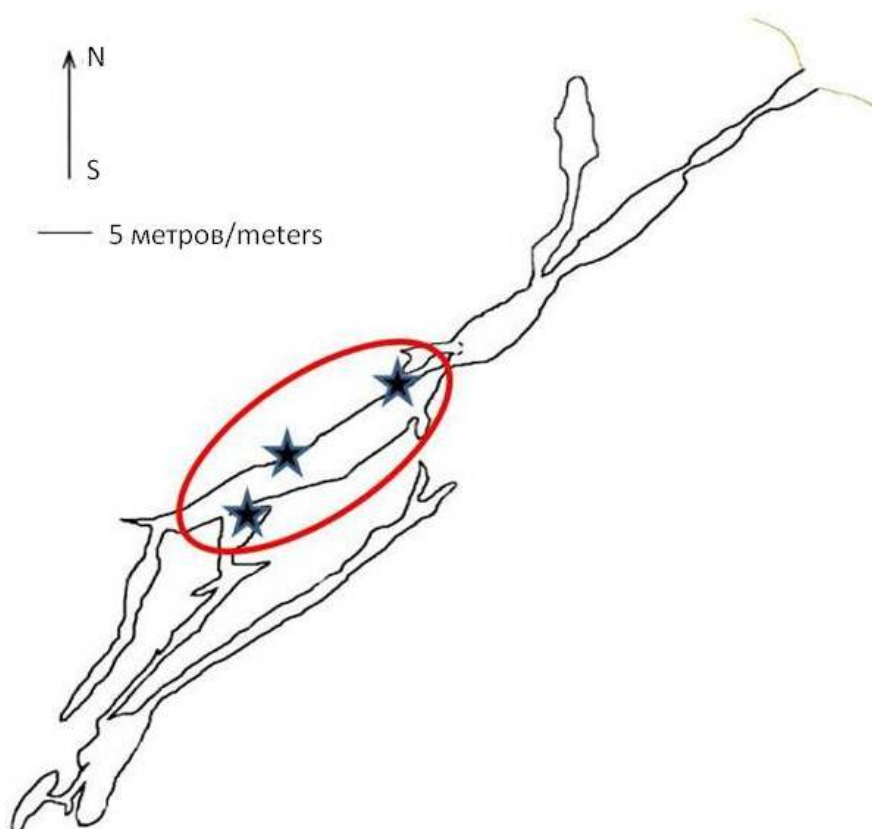
Исследования проводились в период с сентября по апрель в 2019–2023 г. в пещере Карабудахкенская (Къызташ/Живая). Расположено укрытие юго-западнее г. Махачкалы близ с. Карабудахкент в предгорном районе на остепненном склоне. Протяженность пещеры составляет около 270 м, высота 0,5 м – 12 м, ходы расположены вдоль трещин в направлении юго-запад – северо-восток (рис. 1) [9].

Пещеру обследовали 1–2 раза в месяц с целью мониторинга фауны рукокрылых. При посещении вели учет животных, фиксировали количество отдельных групп и одиночных особей.

В пещере были установлены три автоматических логгера температуры и влажности TZ-TempU03 фирмы «Tzone Digital Technology» в местах присутствия исследуемого вида (рис. 1). Запись микроклиматических показателей велась каждые 120 минут весь период исследований.

С целью регистрации залетающих/покидающих пещеру рукокрылых в период с 13.03.2023 по 05.04.2023 были установлены фотоловушки «Филин» у входа и в центральной части пещеры, настроенные на срабатывание при движении.

Определение оптимальных значений температуры и влажности для *R. mehelyi* реализовано путем нелинейного регрессионного анализа по функции Гаусса в программе Past Version 4.14 [10].



**Рисунок 1.** Схема пещеры Карабудахкенская (Къызташ/Живая) [9]

Звездочками обозначены места установки автоматических логгеров. Красным овалом обозначено место концентрации *R. mehelyi*

**Figure 1.** Plan of the Karabudakhkenstkaya Cave (Kyztash/Zhivaya) [9]

The asterisks indicate the installation locations of automatic loggers. The red oval indicates the location of concentration of *R. mehelyi*

**ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Минимальная температура, наблюдаемая в пещере Карабудахкенсткая (Къызташ/Живая), составляла 6,9 °С (январь 2020 г.), максимальная – 15,6 °С (сентябрь 2019 г.), средняя температура – 12,4 °С. Минимальная влажность составляла 89,1 % (февраль 2020 г.), максимальная – 98,2 % (октябрь 2021 г.), средняя влажность – 92,7 %.

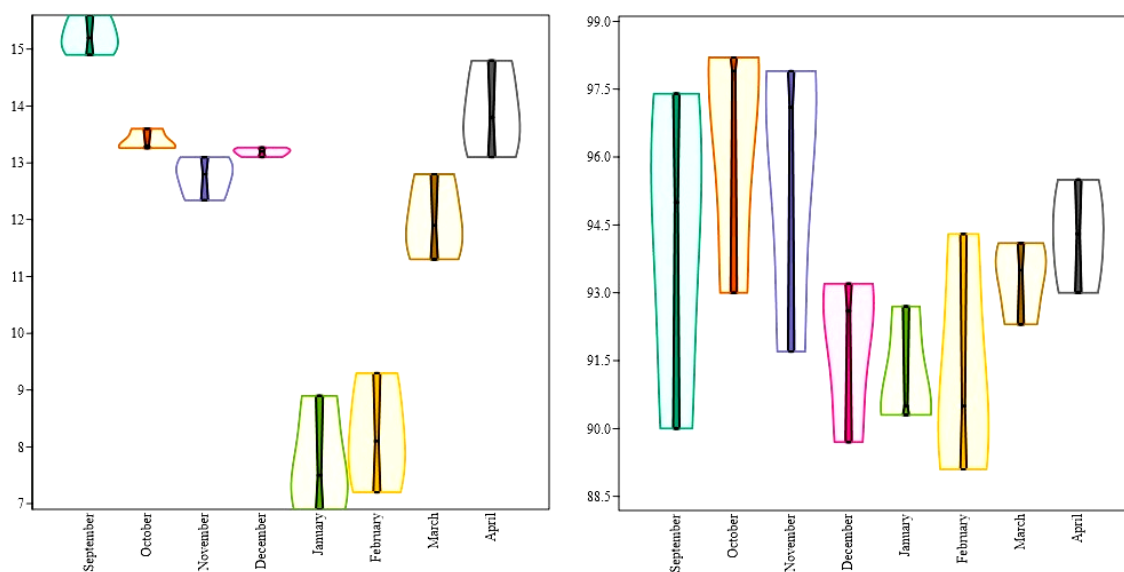
В целом, наиболее холодными месяцами в пещере являются январь–февраль, наиболее теплыми – сентябрь, апрель (рис. 2). Минимальная влажность наблюдается в феврале, максимальная в октябре (рис. 2).

В ходе исследований было установлено, что *R. mehelyi* присутствует в пещере ежегодно. Помимо

него, в разные сезоны в пещере регистрируются еще 4 вида рукокрылых: *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774), *Rhinolophus hipposideros* Bechstein, 1800, *Myotis blythii* Tomes, 1857, *Plecotus macrobullaris* Kuzyakin, 1965 [11].

В отличие от других видов рукокрылых *R. mehelyi* отмечался исключительно в центральной части пещеры, которая представляет собой самый большой по площади и высоте зал (рис. 1).

За период наблюдений раньше всего *R. mehelyi* регистрировался в пещере 23.10.2021 г., позже всего – 26.04.2022 г. Минимальная численность в ходе зимовки наблюдается в январе, максимальная в апреле (рис. 3). В эти же месяцы наблюдается минимальные и максимальные колебания численности.



**Рисунок 2.** Скрипичный график, отражающий динамику температуры (слева (°C)) и влажности (справа (%)) в пещере Карабудахкенсткая (Къызташ/Живая)  
**Figure 2.** Violin plot reflecting the dynamics of temperature (left (°C)) and humidity (right (%)) in the Karabudakhkenstkaya Cave (Kyztash/Zhivaya)

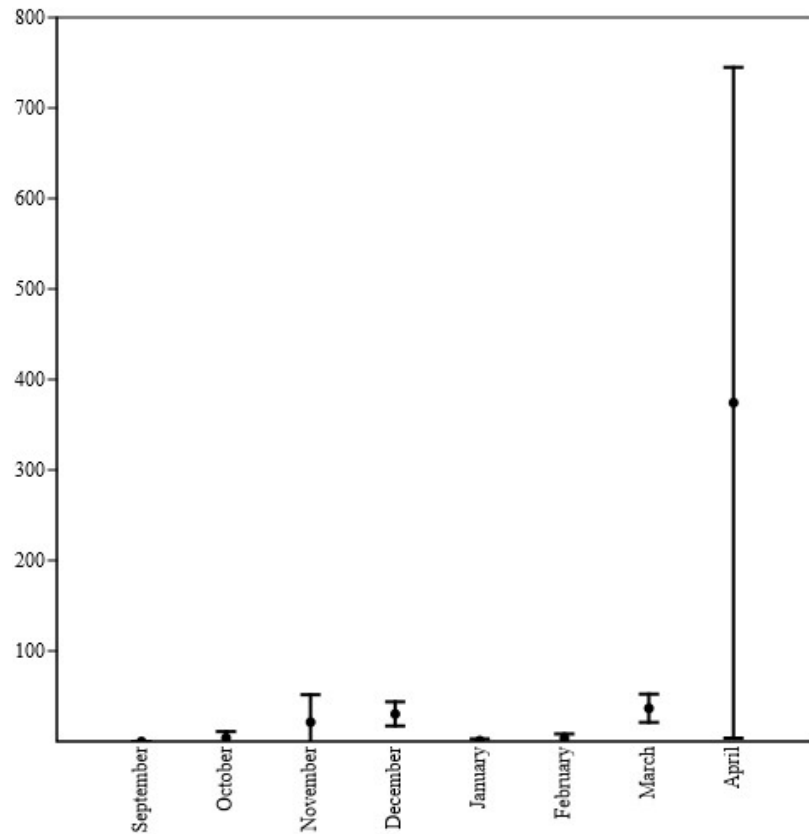
Применение функции Гаусса позволило установить, что пригодная для зимовки *R. mehelyi* температура колеблется в пределах 12,5–15,5 °С с оптимум около 14,2 °С. Влажность колеблется в пределах 84,1–94,5 % с оптимумом около 89 % (рис. 4). Схожие данные были получены в укрытиях из других регионов [12; 13].

*R. mehelyi* отмечался во всем диапазоне показателей влажности. Вместе с тем, при понижении температуры ниже 12,5 °С животные не наблюдались в обозримой части пещеры, либо присутствовали в единичных экземплярах под сводом, где значения температуры выше. Помимо этого, при понижении температуры наблюдается большее количество скопления особей (от 9 до 47 особей). При значениях температуры близких к оптимальным увеличивается частота встреч одиночно висящих животных.

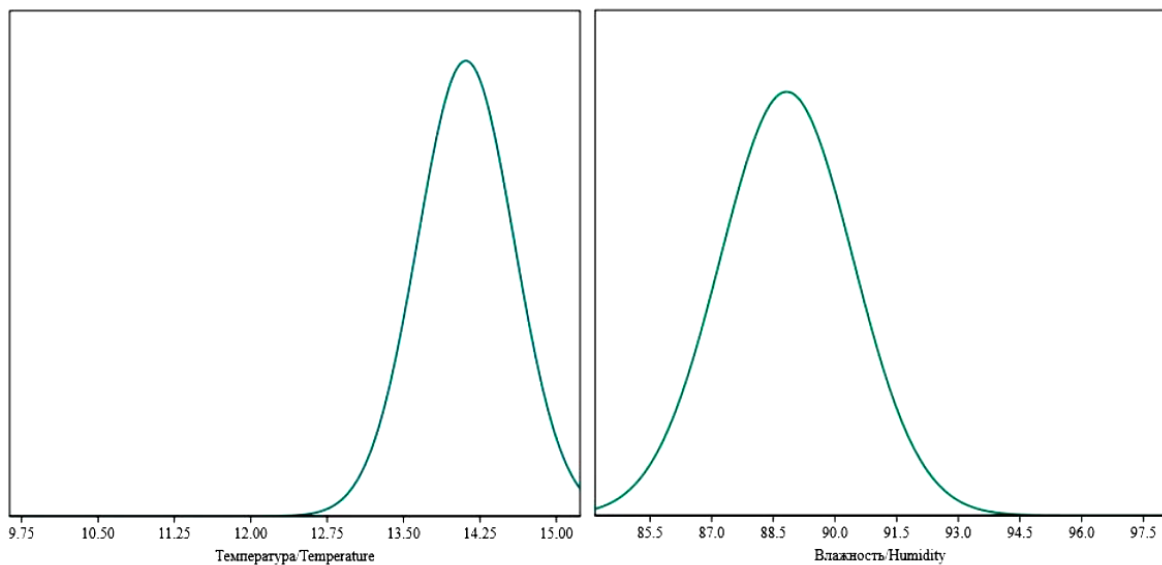
Температура является фактором, обуславливающим передвижение животных внутри пещеры и их скученность. Это обстоятельство, наравне с месяцем проведения исследований, является важнейшим при учете животных. Посещение укрытия при неблагоприятных для *R. mehelyi* условиях может в значительной степени повлиять на данные о численности вида и их интерпретацию.

Мнение о значительном сокращении вида во время зимовки в обследованной пещере, высказанное ранее [14], не соответствует действительности, так как основано на единичных учетах, проведенных в зимний и ранневесенний период, когда количество животных минимально по естественным причинам. Максимальное количество животных отмеченное нами, составляет 850 особей (22.04.2023 г.), что соизмеримо с данными 1972 г. [2].

Несмотря на относительную стабильность численности зимней группировки *R. mehelyi* в пещере Карабудахкенсткая (Къызташ/Живая), в настоящее время существует значительная для нее угроза. Данная пещера является одной из наиболее доступных и известных в Дагестане, что обуславливает ее частое посещение туристами. За период работы фотоловушки в нетуристический сезон в пещере было зафиксировано 5 туристических групп. После каждого посещения убежища людьми наблюдалась активность рукокрылых, которые летали не только внутри пещеры, но и покидали ее. В свою очередь, пробуждение животных в результате беспокойства, а также повышение температуры внутри зимних убежищ в результате их посещения туристами, являются факторами, приводящими к гибели животных и смене мест гибернации [8].



**Рисунок 3.** Численность *R. mehelyi* в пещере Карабудахкенская (Къызташ/Живая) в 2019–2023 гг.  
 Примечание: усы – стандартное отклонение  
**Figure 3.** The number of *R. mehelyi* in the Karabudakhkenstkaya Cave (Kyztash/Zhivaya) in 2019–2023  
 Note: The “mustaches” of the graph are the standard deviation



**Рисунок 4.** Нелинейная регрессионная модель по функции Гаусса отражающая изменение численности *R. mehelyi* при различных значениях температуры (слева [°C]) и влажности (справа [%]) в пещере Карабудахкенская (Къызташ/Живая)  
**Figure 4.** A nonlinear regression model using the Gauss function reflecting the change in the abundance of *R. mehelyi* at different values of temperature (left [°C]) and humidity (right [%]) in the Karabudakhkenstkaya Cave (Kyztash/Zhivaya)

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Зимняя колония *R. mehelyi* в пещере Карабудахкенская (Къызташ/Живая) располагается с октября по апрель. Минимальное количество особей отмечается в самый холодный месяц (январь), максимальное – в наиболее

теплый (апрель). Оптимальная температура для гибернации *R. mehelyi* около 14,2 °C, влажность около 89 %. Колебания температуры в период зимовки обуславливают перемещения животных внутри нее и образование отдельных групп.

При определении численности *R. mehelyi* необходимо учитывать влияние температуры и период проведения исследований. Данное обстоятельство является важным, так как вид относится к числу наиболее редких в регионе.

Наибольшую угрозу для исследованной группировки представляет неконтролируемое посещение пещеры туристами.

#### БЛАГОДАРНОСТЬ

Экспедиционные работы до 2022 г. и установка автоматических логгеров выполнены при поддержке Российского научного фонда в рамках научного проекта No 22-24-00617. Экспедиционные работы в 2023 г. и камеральная обработка данных выполнены при поддержке Российского научного фонда No 22-74-00047.

#### ACKNOWLEDGMENT

The expedition work until 2022 and the installation of automatic loggers were carried out with the support of the Russian Science Foundation within the framework of scientific project No. 22-24-00617. The field work in 2023 and in-house data processing were carried out with the support of the Russian Science Foundation No. 22-74-00047.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Alcadé, J., Benda, P., Juste, J. *Rhinolophus mehelyi*. The IUCN Red List of Threatened Species. Available at: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T19519A21974380.en>. (accessed 03.12.2023)
2. Амирханов З.М. О зимовке подковоносов Мегели (*Rhinolophus mehelyi* Matschie) в Дагестане // Материалы 1 Всесоюзного совещания по рукокрылым, Ленинград, 6–9 февраля, 1974. С. 91–92.
3. Красная книга Российской Федерации, том «Животные». 2-ое издание. Москва: ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. 1128 с.
4. Кожурина Е.И., Стрелков П.П. Редкие виды рукокрылых фауны бывшего СССР и России // Редкие виды млекопитающих России и сопредельных территорий. Москва: Териологическое общество, 1999, С. 168–187.
5. Смирнов Д.Г., Джамирзоев Г.С., Газарян С.В., Вехник В.П., Быков Ю.А. Рукокрылые (Chiroptera) Дагестана: обзор фауны по результатам исследований 2017–2019 гг. // *Plecotus et al.* 2019. Вып. 22. С. 3–48.
6. Смирнов Д.Г., Вехник В.П., Джамирзоев Г.С. Предварительные данные о зимовках рукокрылых в Дагестане: места находок и экологические особенности // *Plecotus et al.* 2021. Вып. 24. С. 3–17.
7. Puechmaille S.J. *Mehely's Horseshoe Bat Rhinolophus mehelyi* Matschie, 1901 // *Handbook of the Mammals of Europe*. Cham: Springer International Publishing, 2021. С. 1–28.
8. Măntoiu D.Ş., Mirea I.C., Şandric I.C., Cişlariu A.G., Gherghel I., Constantin S., Moldovan, O.T. Bat dynamics modelling as a tool for conservation management in subterranean environments // *Plos one*. 2022. V. 17. N 10. Article ID: e0275984. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275984>
9. Гусендибиров Д.С. Крупные пещеры предгорного Дагестана // *Известия Дагестанского государственного*

- педагогического университета. Естественные и точные науки. 2012. Т. 1. С. 90–94.
10. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // *Palaeontologia Electronica*. 2001. vol. 4 no. 1. P. 1–9.
  11. Жигалин А.В., Муташев Б.А., Казаватова А.С., Абдулхаликова Д.М., Насрутдинов Б.У. Фауна позвоночных пещеры Къызташ (Карабудахкентской/Живой) в Республике Дагестан // Юг России: экология, развитие. 2023. Т. 18. N 2. С. 6–14. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2023-2>
  12. Gaisler J. *Rhinolophus mehelyi* – *Mehelyi Hufeisennase*. *Handbuch der Säugetiere Europas*. Wiebelsheim: Aula Verlag, 2001. P. 91–104.
  13. Paksuz S., Özkan B., Postawa T. Seasonal changes of cave-dwelling bat fauna, and their relationship with microclimate in Dupnisa Cave System (Turkish Thrace) // *Acta Zoologica Cracoviensia-Series A: Vertebrata*. 2007. V. 50. N 1-2. P. 57–66.
  14. Smirnov D.G., Dzhampirzoev G.S., Bykov Y.A., Vekhnik V.P. New Findings of Rare Bat Species (Chiroptera) in the Eastern Caucasus (Dagestan) // *Biology Bulletin*. 2023. V. 50. N 7. P. 1615–1625.

#### REFERENCES

1. Alcadé, J., Benda, P., Juste, J. *Rhinolophus mehelyi*. The IUCN Red List of Threatened Species. Available at: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T19519A21974380.en>. (accessed 03.12.2023)
2. Amirkhanov Z.M. О зимовке подковоносов Мегели (*Rhinolophus mehelyi* Matschie) в Дагестане [On wintering of horseshoe beetles of Megeli (*Rhinolophus mehelyi* Matschie) in Dagestan]. *Materialy 1 Vsesoyuznogo soveshchaniya po rukokrylym, Leningrad, 6–9 fevralya, 1974* [Proceedings of the 1st All-Union Meeting on Bats, Leningrad, 6–9 February, 1974]. Leningrad, 1974, pp. 91–92. (In Russian)
3. *Krasnaya kniga Rossiiskoi Federatsii, tom «Zhivotnye»* [The Red Book of the Russian Federation, volume "Animals"]. Moscow, Russian Scientific Research Institute of Ecology Publ., 2021, 2nd ed., 1128 p. (In Russian)
4. Kozhurina E.I., Strelkov P.P. *Redkie vidy rukokrylykh fauny byvshego SSSR i Rossii* [Rare species of bat fauna of the former USSR and Russia]. In: [Rare species of mammals of Russia and adjacent territories]. Moscow, Theriological Society Publ., 1999, pp. 168–187. (In Russian)
5. Smirnov D.G., Dzhampirzoev G.S., Gazaryan S.V., Vekhnik V.P., Bykov Yu.A. Bats (Chiroptera) of Dagestan: review of fauna resulted from research in 2017–2019. *Plecotus et al.* 2019, no. 22, pp. 3–48. (In Russian)
6. Smirnov D.G., Vekhnik V.P., Dzhampirzoyev G.S. Primary data of over wintering bats in Dagestan: finding sites and ecological peculiarities. *Plecotus et al.* 2021, no. 24, pp. 3–17. (In Russian)
7. Puechmaille S.J. *Mehely's Horseshoe Bat Rhinolophus mehelyi* Matschie, 1901. *Handbook of the Mammals of Europe*. Cham: Springer International Publishing, 2021, pp. 1–28.
8. Măntoiu D.Ş., Mirea I.C., Şandric I.C., Cişlariu A.G., Gherghel I., Constantin S., Moldovan O.T. Bat dynamics modelling as a tool for conservation management in subterranean environments. *Plos one*, 2022, vol. 17, no. 10, article id: e0275984. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275984>

9. Gusendibirov D.S. Large caves of Foothill Dagestan. *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Estestvennye i tochnye nauki* [News of the Dagestan State Pedagogical University. Natural and exact sciences]. 2012, no. 1, pp. 90–94. (In Russian)
10. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001, vol. 4, no. 1, pp. 1–9.
11. Zhigalin A.V., Mutashev B.A., Kazavatova A.S., Abdulhalikova D.M., Nasrutdinov B.U. The vertebrate fauna of the Kyzdash cave (Karabudakhkentskaya/Zhivoy) in the Republic of Dagestan. *South of Russia: ecology, development*, 2023, vol. 18, no. 2, pp. 6–14. (In Russian) <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2023-2>
12. Gaisler J. *Rhinolophus mehelyi* – Mehelyi Hufeisennase. *Handbuch der Säugetiere Europas*. Wiebelsheim: Aula Verlag, 2001. pp. 91–104.
13. Paksuz S., Özkan B., Postawa T. Seasonal changes of cave-dwelling bat fauna, and their relationship with microclimate in Dupnisa Cave System (Turkish Thrace). *Acta Zoologica Cracoviensia-Series A: Vertebrata*. 2007, vol. 50, no. 1-2, pp. 57–66.
14. Smirnov D.G., Dzhamirzoev G.S., Bykov Y.A., Vekhnik V.P. New Findings of Rare Bat Species (Chiroptera) in the Eastern Caucasus (Dagestan). *Biology Bulletin*. 2023, vol. 50, no. 7, pp. 1615–1625.

**КРИТЕРИИ АВТОРСТВА**

Александр В. Жигалин, Батыргиши А. Муташев проводили обследование пещер. Алимурад А. Гаджиев и Александр Ю. Алексеев участвовали в организации и камеральной обработке данных. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**AUTHOR CONTRIBUTIONS**

Alexander V. Zhigalin and Batyrgishi A. Mutashev conducted examination of the cave and data gathering. Alimurad A. Gadzhiev and Alexander Yu. Alekseev participated in the organisation and desk data processing. All authors are equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

**NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION**

The authors declare no conflict of interest.

**ORCID**

Александр В. Жигалин / Alexander V. Zhigalin <https://orcid.org/0000-0003-4661-0560>

Алимурад А. Гаджиев / Alimurad A. Gadzhiev <https://orcid.org/0000-0002-7359-1951>

Батыргиши А. Муташев / Batyrgishi A. Mutashev <https://orcid.org/0000-0002-6078-9002>

Александр Ю. Алексеев / Alexander Yu. Alekseev <https://orcid.org/0000-0003-0015-9305>