

**Термобиологические характеристики ушастых круглоголовков (*Phrynocephalus mystaceus*) (Reptilia, Agamidae) на бархане Сарыкум (Дагестан, Россия), полученные с помощью логгеров температуры**

**В. А. Черлин<sup>1✉</sup>, И. Л. Окштейн<sup>2</sup>, Э. Алигаджиев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Дагестанский государственный университет

Россия, 367025, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. Гаджиева, д. 43а

<sup>2</sup> Институт теоретической и экспериментальной физики имени А. И. Алиханова  
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

Россия, 117218, г. Москва, ул. Большая Черемушкинская, д. 25

**Информация о статье**

*Краткое сообщение*

УДК 59.084:598.112.13:612.5

[https://doi.org/10.18500/1814-6090-](https://doi.org/10.18500/1814-6090-2023-23-3-4-160-163)

2023-23-3-4-160-163

EDN: OEEBCX

Поступила в редакцию 14.06.2023,

после доработки 19.07.2023,

принята 19.07.2023,

опубликована 25.12.2023

**Аннотация.** Приводится сравнение двух вариантов термобиологических исследований ушастых круглоголовков (*Phrynocephalus mystaceus*) – традиционная, основанная на маршрутных отловах и измерениях у отловленных ящериц температуры тела, и новая, с применением логгеров температуры, регистрирующих температуру тела раз в минуту и внедренных интерперитонеально. Оба варианта работы не являются альтернативными. Главное – правильная интерпретация результатов: традиционная методика предоставляет полученные от многих особей данные, характеризующие температурные параметры активности изучаемых рептилий. Новая методика позволяет, хоть и на ограниченном количестве особей, но зато с огромным числом измерений, получить расчетные характеристики терморегуляции рептилий. Обе они удачно дополняют друг друга и при последующей доработке могли бы представлять собой единое целое, позволяющее более полно и точно понимать и описывать термобиологию разных видов рептилий.

**Ключевые слова:** ушастая круглоголовка, температура тела, терморегуляция, методика исследований

**Образец для цитирования:** Черлин В. А., Окштейн И. Л., Алигаджиев Э. 2023. Термобиологические характеристики ушастых круглоголовков (*Phrynocephalus mystaceus*) (Reptilia, Agamidae) на бархане Сарыкум (Дагестан, Россия), полученные с помощью логгеров температуры // Современная герпетология. Т. 23, вып. 3/4. С. 160 – 163. <https://doi.org/10.18500/1814-6090-2023-23-3-4-160-163>, EDN: OEEBCX

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

**Введение.** Авторы статьи начали изучать термобиологию ушастых круглоголовков (*Phrynocephalus mystaceus*) с середины 80-х гг. XX в. и опубликовали на эту тему ряд статей (Черлин, Музыченко, 1983; Черлин, 1989, 2014; Окштейн, Черлин, 2021 и др.).

Существует традиционная методика термобиологических исследований, по которой работает со всеми видами рептилий подавляющее большинство ученых. Животных отлавливают, измеряют температуры окружающей среды, у них измеряют температуру тела, набирая достаточный объем выборки для проведения статистической обработки.

Нами в свое время были внесены важные дополнения и коррективы в эту методику. Был выделен набор форм поведения, который связан с регуляцией температуры тела, с формированием необходимой суточной и сезонной ее динамики, с поддержанием необходимых животным параметров терморегуляции. Описан комплекс термобиологических показателей активности рептилий, одни из которых являются близкими к установочным в механизме регуляции температуры тела в

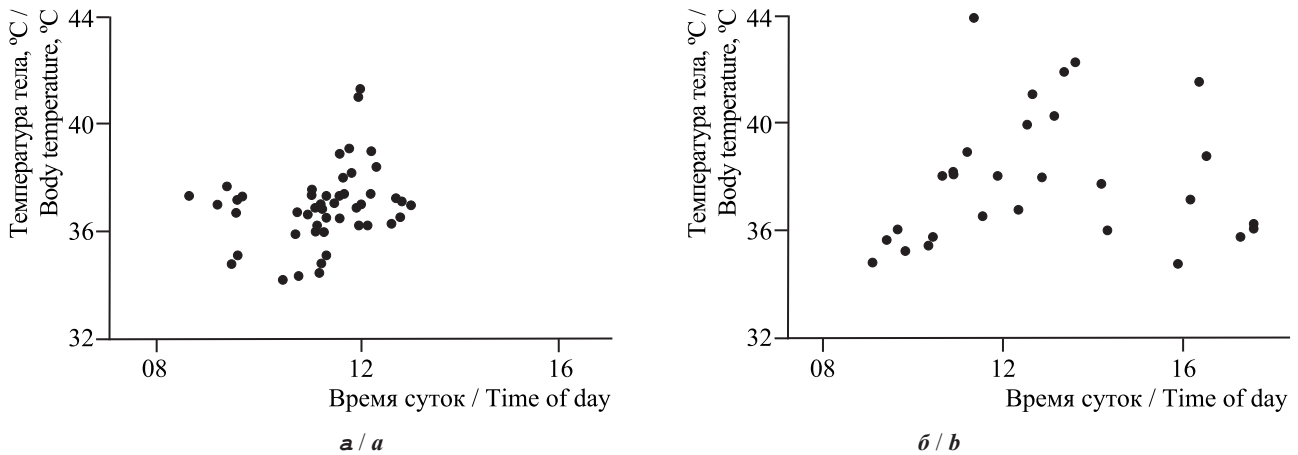
центральной нервной системе (диапазон температур тела при полной активности, диапазон температур термостабилизации или в общепринятом варианте «предпочитаемые температуры тела»), а другие являются результирующими и компромиссными при взаимодействии установочных показателей и условий внешней среды (Черлин, 2010, 2014).

Однако в 2022 г. мы стали пользоваться новыми техническими средствами, предложенными и опробованными при изучении терморегуляции некоторых змей – в частности, обыкновенной гадюки, *Vipera berus*, и обыкновенного ужа, *Natrix natrix* (Ганюшина и др., 2022). В своих исследованиях использовали логгеры температуры ДТНЗ-28 (ООО ЭМБИ РЕСЕРЧ, Россия, г. Новосибирск) весом 0.8 г и объемом 0.6 см<sup>3</sup>, возможное количество записей как минимум 28000, продолжительность автономной работы 3 – 5 месяцев.

Основными целями работы были: 1) опробовать применение логгеров температуры данного типа для изучения термобиологии некрупных ящериц; 2) изучить особенности терморегуляции ушастых круглоголовков в ве-

✉ Для корреспонденции. Кафедра зоологии и физиологии Дагестанского государственного университета.

ORCID и e-mail адреса: Черлин Владимир Александрович: <https://orcid.org/0000-0003-4504-6291>, [cherlin51@mail.ru](mailto:cherlin51@mail.ru); Окштейн Игорь Леонидович: [okstain@mail.ru](mailto:okstain@mail.ru); Алигаджиев Эльпели: [cherlin51@mail.ru](mailto:cherlin51@mail.ru).



**Рис. 1.** Режим суточной активности и температура тела ушастых круглоголовок в состоянии полной активности по времени суток в мае 2018 и 2019 г. (а) и июле 2019 г. (б) на бархане Сарыкум

**Fig. 1.** Diurnal activity regime and body temperature of toad-headed agamas in full activity state according to the time of day in May 2018 and 2019 (a) and July 2019 (b) on the Sarykum dune

сенный период на бархане Сарыкум; 3) сравнить результаты исследований по традиционным методикам и с применением температурных логгеров.

**Материал и методы.** Работа производилась на северо-западной оконечности песчаного массива Большого Сарыкумского бархана (участок «Сарыкумские барханы» Дагестанского государственного запovedника), расположенного в 18 км северо-западнее г. Махачкалы, в одной песчаной котловине размером примерно 40×90 м. При работе были использованы такие же логгеры ДТНЗ-28. В июне 2022 г. под наблюдением были 3 круглоголовки с логгерами, в августе и сентябре – 2 круглоголовки, в мае – июне 2023 г. – 3 круглоголовки. В общей сложности мы получили 175744 измерения температур тела ушастых круглоголовок.

Ящериц отлавливали, метили их большим номером на спине и брюхе, который наносили спиртовым черным маркером. Логгеры, оперативным путем внедренные интерперитонеально, регистрировали и запоминали температуру тела 1 раз в минуту. После примерно одного месяца работы логгеры также оперативным путем вынимались из тела и с них считывалась информация. Операции по внедрению и изъятию логгеров производили очень аккуратно, с соблюдением ветеринарных правил, для местной анестезии использовали 0.05 мл лидокаина в концентрации 0.1%, которые вводили с помощью инсулинового шприца. Наблюдения за поведением оперированных и отпущенных ящериц производил И. Л. Окштейн со своей рабочей группой. Эти наблюдения показали, что ящерицы вели себя точно так же, как и неоперированные, занимая свои прежние индивидуальные участки.

Измерения температуры тела ящериц на маршрутах производили ректально с помощью электротермометра Mastech MS6512 фирмы Precision Mastech Enterprises (Китай) с термопарой типа К.

Обработку большого массива данных производила в Петрозаводском университете Н. Д. Ганюшина. Расчет термобиологических характеристик был прове-

ден по предложенной ранее методике (Коросов, Ганюшина, 2020).

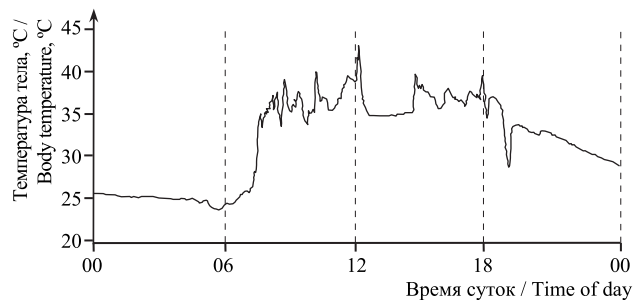
**Результаты и их обсуждение.** По стандартной применявшейся ранее методике, в мае 2018 – 2019 гг. была получена следующая картина распределения температур тела по времени (рис. 1).

Судя по этим данным, диапазон температур тела при полной активности составлял у круглоголовок примерно 35.0 – 44.0°, диапазон термостабилизации («предпочитаемые температуры») как средние арифметические из выборок) – 36.9±0.97° весной и 38.7±2.96° летом.

В результате применения новой технологии были получены данные о реальном суточном ходе температур тела ушастых круглоголовок (рис. 2). При этом характеристики активности, полученные с помощью прежней методики, вполне проявляются и по данным логгеров.

Для пяти особей ушастой круглоголовки в 2022 г. удалось оценить два экологически важных параметра терморегуляции. Инновационная методика оценки параметров терморегуляции у рептилий разработана и подробно описана в работе А. В. Коросов, Н. Д. Ганюшина, 2020.

*Максимальная высшая температура ( $T_{mh}$ )* – единичное самое высокое значение температуры тела жи-



**Рис. 2.** Температура тела ушастой круглоголовки за 31.08.2022 г., полученная с помощью логгера

**Fig. 2.** Body temperature of the toad-headed agama in August 31, 2022, obtained by the logger

вотного, зафиксированное логгером за весь период наблюдения.

*Максимальная типичная температура ( $T_{mt}$ )* – это точка пересечения оси температур с линией тренда падения частот распределения температур тела при их возрастании. Биологический смысл такой температуры – максимальная температура тела, выше которой рептилии нагреваются крайне редко.

Для пяти круглоголовок с логгерами мы рассчитали два параметра, связанные с терморегуляцией (таблица).

Параметры терморегуляции ушастой круглоголовки  
**Table.** Thermoregulation parameters of the toad-headed agamas

№ особи / Individual number	$T_{mt}$	$T_{mh}$
1	39.82	41.59
2	39.39	40.53
3	40.01	42.45
4	41.60	42.72
5	40.19	43.09
$\bar{M}$	40.20	42.08
<i>sd</i>	0.83	1.03

*Примечание.*  $T_{mt}$  – максимальная типичная температура,  $T_{mh}$  – максимальная высшая температура.

*Note.*  $T_{mt}$  – maximum typical temperature,  $T_{mh}$  – maximum higher temperature.

Большое экологическое значение может иметь еще один показатель – *максимальная добровольная температура* (параметр, запускающий реакцию избегания перегрева). Однако определить его возможно только при совмещении данных подробного мониторинга температуры тела и терморегуляционного поведения ящериц. Пока по ряду организационных причин у нас не получилось сделать такое совмещение. Надеемся, что при последующих исследованиях это получится.

Сравнивая традиционную и новую методики термобиологических исследований, можно заключить, что оба варианта работы не являются альтернативными, данные, полученные с их помощью, не противоречат друг другу. Об этом приходится специально говорить, поскольку такие идеи при появлении новой методики реально возникали. Нужно только корректно интерпретировать их результаты. Традиционная методика маршрутных отловов и измерений температур предоставляет данные, полученные от многих (обычно от 100 до 500) встреченных и измеренных за экспедиционный сезон особей, характеризующие температурные **параметры активности** изучаемых рептилий. Новая методика с использованием логгеров позволяет, хоть и на ограниченном количестве особей (3 – 10 экземпляров за экспедиционный сезон в зависимости от видов и методик организации экспериментальной работы), но зато с огромным числом измерений (десятки и даже сотни тысяч) получить точные, расчетные **характеристики терморегуляции** рептилий, что возможно только при таком

большом объеме выборок. Каждая из методик при правильной интерпретации данных ценна сама по себе, но обе они очень удачно дополняют друг друга и при последующей доработке могли бы вообще представлять собой единое целое, позволяющее более полно и точно понимать и описывать термобиологию разных видов рептилий. Удачный вариант, прообраз такой комплексной методики, был предложен и успешно опробован в исследованиях обыкновенных гадюк и обыкновенных ужей (Коросов, 2010; Коросов, Ганюшина, 2020; Ганюшина и др., 2022). Но такую работу можно было делать в искусственных вольерах под постоянным инструментальным контролем. Использование вольер для исследований ушастых круглоголовок вследствие их высокой подвижности и наличия у них больших активно используемых ими индивидуальных участков практически невозможно. Поэтому настоящая работа может стать «полигоном» для отработки термобиологических исследований на рептилиях с другим типом поведения, объединяющих традиционную и новую методики.

**Благодарности.** Авторы выражают глубокую благодарность профессору А. В. Коросову за информацию о логгерах, за ценные советы по работе с ними и интерпретации полученных данных, а также Н. Д. Ганюшиной за обработку большого массива данных.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ганюшина Н. Д., Коросов А. В., Литвинов Н. А., Чертанов Н. А. 2022. Сравнение параметров терморегуляции обыкновенного ужа и обыкновенной гадюки // Принципы экологии. Т. 11, № 4. С. 34 – 43.
- Коросов А. В. 2010. Экология обыкновенной гадюки (*Vipera berus* L.) на Севере (факты и модели). Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ. 264 с.
- Коросов А. В., Ганюшина Н. Д. 2020. Методы оценки параметров терморегуляции рептилий (на примере обыкновенной гадюки, *Vipera berus* L.) // Принципы экологии. Т. 9, № 4. С. 88 – 103.
- Окштейн И. Л., Черлин В. А. 2021. Необычная вечерняя активность ушастых круглоголовок (*Phrynoscephalus mystaceus*) на бархане Сарыкум (Республика Дагестан, Российская Федерация) // Принципы экологии. Т. 11, № 4. С. 57 – 79.
- Черлин В. А. 1989. Популяционные аспекты термальных адаптаций у пресмыкающихся // Проблемы популяционной экологии земноводных и пресмыкающихся. М.: ВИНТИ. С. 135 – 172 (Итоги науки и техники. ВИНТИ. Серия Зоология позвоночных. Т. 17).
- Черлин В. А. 2010. Термобиология рептилий. Общие сведения и методы исследований (руководство). СПб.: Издательство «Русско-Балтийский информационный центр «БЛИЦ»». 124 с.
- Черлин В. А. 2014. Рептилии: температура и экология. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing. 442 с.
- Черлин В. А., Музыченко И. В. 1983. Термобиология и экология сетчатой ящурки (*Eremias grammica*), ушастой (*Phrynoscephalus mystaceus*) и песчаной (*Ph. interscapularis*) круглоголовок летом в Каракумах // Зоологический журнал. Т. 62, № 6. С. 897 – 908.

**Thermobiological characters of toad-headed agamas (*Phrynocephalus mystaceus*) (Reptilia, Agamidae) on the Sarykum dune (Dagestan, Russia) obtained by using of temperature loggers**

V. A. Cherlin <sup>1</sup>✉, I. L. Okshtein <sup>2</sup>, E. Aligadzhiev <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dagestan State University

43a Gadzhieva St., Makhachkala 367025, Dagestan, Russia

<sup>2</sup> A. I. Alikhanov Institute of Theoretical and Experimental Physics of the National Research Center "Kurchatov Institute"

25 Bolshaya Cheremushkinskaya St., Moscow 117218, Russia

**Article info**

*Short Communication*

<https://doi.org/10.18500/1814-6090-2023-23-3-4-160-163>  
EDN: OEBCX

Received June 14, 2023,  
revised July 19, 2023,  
accepted July 19, 2023,  
published December 25, 2023

**Abstract.** The paper compares two variants of thermobiological studies of toad-headed agamas (*Phrynocephalus mystaceus*) – the traditional one, based on route trapping and measurements of body temperature in captured lizards, and the new one, using temperature loggers that register body temperature once a minute and implemented interperitoneally. Both work options are not alternative. The main thing is the correct interpretation of the results: the traditional method provides data obtained from many individuals characterizing the temperature parameters of the activity of the studied reptiles. The new technique allows, although on a limited number of individuals, but with a huge number of measurements, to obtain the calculated characters of the reptiles' thermoregulation. Both of them successfully complement each other and, with subsequent refinement, could represent some single whole, allowing for a more complete and accurate understanding and description of the thermal biology of different reptile species.

**Keywords:** toad-headed agama, body temperature, thermoregulation, research methods

**For citation:** Cherlin V. A., Okshtein I. L., Aligadzhiev E. Thermobiological characters of toad-headed agamas (*Phrynocephalus mystaceus*) (Reptilia, Agamidae) on the Sarykum dune (Dagestan, Russia) obtained by using of temperature loggers. *Current Studies in Herpetology*, 2023, vol. 23, iss. 3–4, pp. 160–163 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1814-6090-2023-23-3-4-160-163>, EDN: OEBCX

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

**REFERENCES**

Ganyushina N. D., Korosov A., Litvinov N. A., Chetanov N. A. Comparison of thermoregulation parameters of grass snake and common viper. *Principy ekologii*, 2022, vol. 11, no. 4, pp. 34–43 (in Russian).

Korosov A. V. *Ekologiya obyknovnoy gadiuki (Vipera berus L.) na Severe (fakty i modeli)* [Ecology of the Common Viper (*Vipera berus* L.) in the North (Facts and Models)]. Petrozavodsk, Petrozavodsk State University Publ., 2010. 264 p. (in Russian).

Korosov A. V., Ganyushina N. D. Methods for estimating the parameters of thermoregulation in reptiles (by the example of the common viper, *Vipera berus* L.). *Principy ekologii*, 2020, vol. 9, no. 4, pp. 88–103 (in Russian).

Okshtein I. L., Cherlin V. A. Unusual evening activity of toad-headed agamas (*Phrynocephalus mystaceus*) on the Sarykum dune (Republic of Dagestan, Russian Federation). *Principy ekologii*, 2021, vol. 11, no. 4, pp. 57–79 (in Russian).

Cherlin V. A. Population aspects of thermal adaptations in reptiles. *Problemy populatsionnoy ekologii zemnovodnykh i presmykaiushchikhsia* [Problems of Population Ecology of Amphibians and Reptiles]. Moscow, VINITI Publ., 1989, pp. 135–172 (Results of Science and Technology. VINITI. Series Zoology of Invertebrates, vol. 17) (in Russian).

Cherlin V. A. *Termobiologiya reptilii. Obshchiye svedeniya i metody issledovaniy (rukovodstvo)* [The Thermal Biology of Reptiles. General information and research methods (management)]. Saint-Petersburg, Russko-Balt. Inform. Tsenter "BLITZ", 2010. 124 p. (in Russian).

Cherlin V. A. *Reptiles: Temperature and Ecology*. Saarbrücken, LAP LAMBERT Academic Publ., 2014. 442 p. (in Russian).

Cherlin V. A., Muzychenko I. V. Thermalbiology and ecology of reticulate racerunner (*Eremias grammica*), secret toad-headed (*Phrynocephalus mystaceus*) and toad-headed Lichtenstein (*Ph. interscapularis*) agamas in summer in Karakum. *Zoologicheskii zhurnal*, 1983, vol. 62, no. 6, pp. 897–908 (in Russian).

✉ Corresponding author. Department of Zoology and Physiology, Dagestan State University, Russia.

ORCID and e-mail addresses: Vladimir A. Cherlin: <https://orcid.org/0000-0003-4504-6291>, cherlin51@mail.ru; Igor' L. Okshtein: [okstain@mail.ru](mailto:okstain@mail.ru); El'peli Aligadzhiev: [cherlin51@mail.ru](mailto:cherlin51@mail.ru).