

## ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

## ANIMAL BREEDING AND VETERINARY

Научная статья

УДК 636.1:619:616-07

EDN PSUFKL

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-4-68-76>**Изучение температуры тела табунных лошадей с использованием тепловизионной термографии****Леонид Николаевич Владимиров<sup>1</sup>, Варвара Анатольевна Мачахтырова<sup>2</sup>,  
Василена Васильевна Слепцова<sup>3</sup>, Нарыйа Иннокентьевна Павлова<sup>4</sup>,  
Владислав Амирович Алексеев<sup>5</sup>**<sup>1, 2, 3, 4</sup> Академия наук Республики Саха (Якутия), Республика Саха (Якутия), Якутск, Россия<sup>5</sup> Якутский научный центр комплексных медицинских проблем

Республика Саха (Якутия), Якутск, Россия

<sup>1</sup> [vladimirovln@mail.ru](mailto:vladimirovln@mail.ru), <sup>2</sup> [varvara-an@mail.ru](mailto:varvara-an@mail.ru), <sup>3</sup> [vvsleptsova1990@mail.ru](mailto:vvsleptsova1990@mail.ru),<sup>4</sup> [naryya.pavlova@mail.ru](mailto:naryya.pavlova@mail.ru), <sup>5</sup> [vldslvalexseev@gmail.com](mailto:vldslvalexseev@gmail.com)

**Аннотация.** Мониторинг температуры тела животных играет ключевую роль в оценке их физиологического состояния и адаптации к температурному стрессу, особенно при экстенсивном содержании. Тепловизионная термография представляет неинвазивный метод, позволяющий дистанционно оценивать поверхностную температуру тела. Однако ее показания могут зависеть от таких факторов, как длина, густота и цвет шерсти. Цвет волосяного покрова может влиять на способность отражать или поглощать солнечную радиацию, что напрямую связано с тепловой нагрузкой на организм. Якутская лошадь, обладающая высокой адаптацией к экстремальным климатическим условиям, является перспективной моделью для изучения терморегуляции. Целью работы стало выявление различий поверхностной температуры тела у якутских лошадей разной масти с использованием тепловизионной термографии. Исследование проведено на трех кобылах (серой, вороной, пегой мастей) в естественных условиях пастбищного содержания при температуре 23 °С, безоблачной погоде и отсутствии кровососущих насекомых. При одинаковой ректальной температуре (38,6 °С) средняя поверхностная температура тела составила: у серой кобылы – 20,8 °С, пегой – 25,8 °С, вороной – 32,7 °С. Максимальная температура зафиксирована на темных участках тела кобылы вороной масти (до 45,4 °С). У пегой кобылы разница между пигментированными и непигментированными участками достигала 8,2 °С. Результаты подтверждают, что светлая масть эффективнее отражает солнечное излучение, снижая нагрев поверхности тела. Полученные данные важны для совершенствования селекции и мониторинга адаптивных качеств якутской породы.

**Ключевые слова:** табунное коневодство, тепловизионная термография, якутская порода лошади, температура тела, масть, термограмма

**Финансирование:** исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-16-20083 при софинансировании АНО «Якутский научный фонд».

**Для цитирования:** Владимиров Л. Н., Мачахтырова В. А., Слепцова В. В., Павлова Н. И., Алексеев В. А. Изучение температуры тела табунных лошадей с использованием тепловизионной термографии // Дальневосточный аграрный вестник. 2025. Том 19. № 4. С. 68–76. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-4-68-76>.

Original article

**Study of body temperature of herd horses by thermal imaging thermography****Leonid N. Vladimirov<sup>1</sup>, Varvara A. Machakhtyrova<sup>2</sup>, Vasilena V. Sleptsova<sup>3</sup>, Narya I. Pavlova<sup>4</sup>, Vladislav A. Alekseev<sup>5</sup>**<sup>1,2,3,4</sup> Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia)

Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russian Federation

<sup>5</sup> Yakut Scientific Center for Complex Medical Problems

Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russian Federation

<sup>1</sup> [vladimirovln@mail.ru](mailto:vladimirovln@mail.ru), <sup>2</sup> [varvara-an@mail.ru](mailto:varvara-an@mail.ru), <sup>3</sup> [vvsleptsova1990@mail.ru](mailto:vvsleptsova1990@mail.ru),<sup>4</sup> [naryya.pavlova@mail.ru](mailto:naryya.pavlova@mail.ru), <sup>5</sup> [vldslvalekseev@gmail.com](mailto:vldslvalekseev@gmail.com)

**Abstract.** Monitoring the body temperature of animals is important for assessing the physiological state and adaptation to temperature stress. Thermal imaging thermography is a non-invasive method that allows remote assessment of body surface temperature. Its indications may depend on the length, density and color of the coat. The color of the hair can affect the ability to reflect or absorb solar radiation, which is directly related to the heat load on the body. The Yakut horse, which is highly adaptable to extreme climatic conditions, is a promising model for studying thermoregulation. The aim of the research was to identify differences in the surface body temperature of Yakut horses of different colors using thermal imaging thermography. The study was conducted on three mares (gray, black, and piebald) in natural pasture conditions at a temperature of 23 °C, cloudless weather, and the absence of blood-sucking insects. At the same rectal temperature (38.6 °C), the average surface body temperature was: the gray mare has 20.8 °C, the piebald mare has 25.8 °C, and the black mare has 32.7 °C. The maximum temperature is recorded in the dark areas of the body of a black mare (up to 45.4 °C). In the piebald mare, the difference between pigmented and unpigmented areas reached 8.2 °C. It can be concluded that a light color reflects solar radiation more effectively, reducing the heating of the body surface. The results obtained are important for improving breeding and monitoring the adaptive qualities of the Yakut breed.

**Keywords:** herd horse breeding, thermal imaging thermography, Yakut horse breed, body temperature, color, thermogram

**Funding:** the research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation No. 25-16-20083 with co-financing from the Autonomous Non-Profit Organization "Yakut Science Foundation".

**For citation:** Vladimirov L. N., Machakhtyrova V. A., Sleptsova V. V., Pavlova N. I., Alekseev V. A. Study of body temperature of herd horses by thermal imaging thermography. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2025;19;4:68–76. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-4-68-76>.

**Введение.** В животноводстве мониторинг температуры тела является одной из важных в диагностике физиологического состояния животных [1], в частности для оценки уровня температурного стресса у животных под воздействием жары или холода [2], в особенности при экстенсивном ведении производства. Тепловизионная термография (ТТ) представляет один из эффективных неинвазивных методов, использующий излучение поверхности кожи животных для оценки их терморегуляции с отображением визуального тепловизионного изображения – термограммы. В медицине и ветеринарии ТТ использу-

ется в качестве диагностического инструмента для оценки нормального и физиологического состояния [3]. Однако такие факторы, как толщина кожи, наличие и длина шерсти, могут значительно влиять на показания, получаемые для получения объективных и чувствительных значений тепловизионного оборудования [4].

Некоторые исследователи связывают цвет шерсти животных с адаптивностью к тепловому стрессу, поскольку пигментация волосяного покрова напрямую влияет на оптические свойства поверхности тела – в первую очередь, на коэффициент отражения и поглощения солнечной

радиации [5]. W. Silva с соавторами (2022) установили, что окрас шерсти (масть) волосяного покрова животных имеет существенное значение в терморегуляции при воздействии теплового стресса. Так, животные с темным окрасом шерсти поглощают значительно больше солнечного тепла по сравнению со светлыми особями, что может усиливать нагрузку на терморегуляторные механизмы в жарких климатических условиях, и, как следствие, ведет к повышенному риску перегрева в условиях высоких температур окружающей среды [6]. В то же время отмечается влияние, что животные светлой масти при солнечной погоде проводили больше времени на выпасе, чем животные с темной мастью, что свидетельствует о том, что окрас шерсти является признаком, который может оказывать влияние на продуктивность скота в условиях теплового стресса [7]. Это во многом объясняет более широкое распространение светлых мастей среди пород, адаптированных к южным регионам, например, у африканского скота [8]. Таким образом, окрас шерсти животных выступает не только как внешний фенотипический признак, но и как один из элементов адаптации к климатическим условиям.

Высокая приспособленность якутской лошади к экстремальным условиям делает ее наиболее подходящей «моделью» для изучения механизмов терморегуляции крупных животных к холоду. В истории коневодства Якутии было проведено много попыток улучшить продуктивность якутских лошадей путем скрещивания с культурными породами [9]. Однако такая стратегия улучшения разведения столкнулась со многими проблемами, включая неблагоприятные кормовые и суровые климатические условия. В этой связи, в последующем, основной акцент в селекции в якутском табунном коневодстве был сделан на совершенствовании адаптационных качеств якутских лошадей с применением чистопородного разведения. Тем не менее, ранее проведенные селекционные опыты оставили «след» в масти табунных лошадей.

Так, в своей работе 1896 г. издания, В. Л. Серошевский приводит данные, что у якутских лошадей «масть преимущественно белая, серая, вообще бледных цветов.

Однако, вороной конь высоко ценится якутами, но он редок. На севере в основном господствует белый, мало цветных лошадей» [10, С. 158]. Впоследствии, в работах Н. Д. Алексеева с соавторами (2006) отмечено, что масть лошадей якутской породы достаточно разнообразна; наиболее часто встречаются мышастая, гнедая, рыжая, пегая масти и серая разных оттенков; менее часто встречаются чубарая, саврасая масть. И только у лошадей янского и колымского типа якутской породы, которые считаются самыми северными лошадьми, преобладают светлые масти – серая и мышастая разных оттенков вплоть до белой [11, С. 15–21].

В связи с изложенным, становится более важным детальное изучение адаптивных качеств табунных лошадей якутской породы с преобладающим серым или вороным окрасом, поскольку цвет волосяного покрова влияет на поглощение солнечной энергии. Учет этого фактора будет способствовать более глубокому пониманию особенности терморегуляции животных и разработке селекционных стратегий по повышению устойчивости к температурным нагрузкам, особенно в условиях экстенсивного содержания.

**Целью исследований является выявление различий поверхностной температуры тела между лошадьми якутской породы светлой и темной масти с помощью тепловизионной термографии.**

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились на коневодческой базе в пригороде г. Якутска. Были использованы три кобылы, отличающиеся серой, вороной и пегой (пигментированной) мастью в возрасте 6 и 8 лет, в лютеальной фазе полового цикла. Все три оцениваемые животные подвергались воздействию естественных факторов в одинаковой степени. Так, для избежания стресса животных от лёта кровососущих насекомых измерения проводились во время пастбищного выпаса лошадей в начале сентября, в дневное время, в безоблачные солнечные дни. Были выбраны два последовательных солнечных дня, которые считались репрезентативными для данного сезона. Содержание кобыл в хозяйстве осуществляется по той технологии табунного коневодства, которая принята в регионе, когда лошади в это время содер-

жатыся на пастбищах без дополнительной подкормки на свободном выпасе.

Термография была проведена, когда кобылы находились на пастбище в течение 1,5–2 часов в открытом месте под воздействием солнечного излучения большую часть дня. Термографические снимки сделаны тепловизионной камерой Mileseeu TR256B Handheld Thermal Camera User Manual. Тепловизор имеет инфракрасное разрешение 256×192 пикселей, тепловую чувствительность 100 мК. Оборудование было откалибровано на коэффициент излучения 0,97 для биологических объектов. Для анализа изображений использована световая палитра Special. Изображения были сделаны поочередно между всеми тремя кобылами в одном и том же месте на расстоянии 3 м от кобылы одним и тем же специалистом.

Термографические снимки были проанализированы с помощью программного обеспечения Thermal Smart OS. Переменными, полученными с помощью термографии поверхности тела, были температуры тела внутри прямоугольника, нарисованного на корпусе кобыл по линиям: по спине от холки до конца крупа, касательно седалищных бугров, по нижнему краю брюха от предплечья до середины бедренной кости (R1), а также температура в самом горячем (P1) и в самом холодном участках (P2) в пределах прямоугольника. Кроме того, учитывали температуру поверхности тела в зависимости от наличия или отсутствия пигментации на туловище пегой кобылы.

Измерения ректальной температуры проводили ртутным термометром по окончании проведения термографии, по истечении 45–50 минут после загона кобыл в раскол (около 17 часов). Температура окружающей среды, влажность и скорость ветра были взяты в онлайн-режиме с сайта Якутского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Статистическая обработка проводилась по общепринятым методам, с применением *t*-критерия Стьюдента.

**Результаты исследований.** Средняя температура воздуха составила 23 °С, влажность – 45 %. Отмечалась безоблачная погода со скоростью ветра 3 м/с, с порывами 5–6 м/с. Указанные температура и влажность окружающей среды находились в пределах зоны комфорта для животных [12]. Полное отсутствие кровососущих насекомых позволило лошадям пастись в спокойном темпе.

В результате наших исследований, полученных в ходе анализа тепловизионных снимков и термограмм кобыл, были выявлены различия между температурой поверхности тела у всех трех кобыл разной масти. Так, кобыла серой масти достоверно имела низкую температуру поверхности тела, чем кобылы с темной (*p* < 0,001) и пегой мастью (*p* < 0,001) (табл. 1).

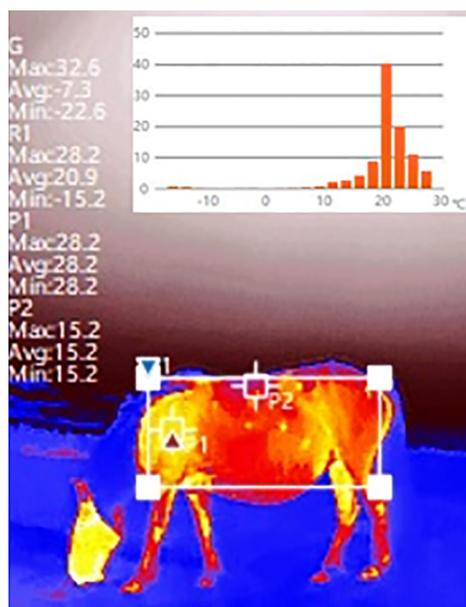
Средняя поверхностная температура тела кобылы серой масти (рис. 1) составила 20,9 °С, что на 4,9 °С ниже показателя у кобылы пегой масти (25,8 °С) и на 12,0 °С по сравнению с кобылой вороной масти (32,9 °С) (рис. 2). Эти различия нагляд-

**Таблица 1 – Показатели переменных поверхности температуры тела кобыл якутской породы серой, вороной и пегой мастей, находящихся на выпасе в солнечный день**

**Table 1 – Indicators of body temperature surface variables of Yakut mares of gray, black and piebald colors grazing on a sunny day**

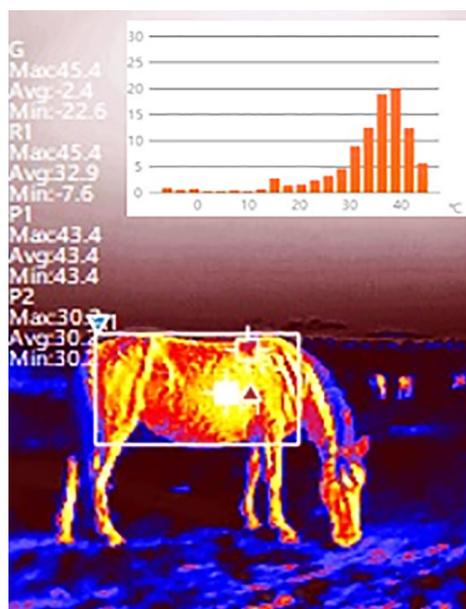
**В градусах Цельсия (in degrees Celsius)**

Переменные	Масть кобыл		
	серая	вороная	пегая
Средняя температура в прямоугольнике	20,9±0,09	32,9±0,14***	25,8±0,11***
Температура в самой горячей точке	28,2	45,4	35,0
Температура в самой холодной точке	15,2	30,2	20,6
Ректальная температура тела	38,6	38,6	38,6
*** <i>p</i> < 0,001.			



**Рисунок 1 – Нормальная фотография кобылы серой масти (слева) и термография кобылы с нарисованным прямоугольником, с самым горячим (P1) и холодным (P2) участками (справа)**

**Figure 1 – Normal photograph of a gray-colored mare (left) and thermography of the mare with a drawn rectangle, with the hottest (P1) and coldest (P2) areas (on the right)**



**Рисунок 2 – Нормальная фотография кобылы вороной масти (слева) и термография кобылы с нарисованным прямоугольником, с самым горячим (P1) и холодным (P2) участками (справа)**

**Figure 2 – Normal photograph of a black-colored mare (left) and thermography of the mare with a drawn rectangle, with the hottest (P1) and coldest (P2) areas (on the right)**

но демонстрируют влияние пигментации волосяного покрова на терморегуляцию животных под воздействием солнечной радиации. Анализ максимальных и минимальных значений температуры в светлых

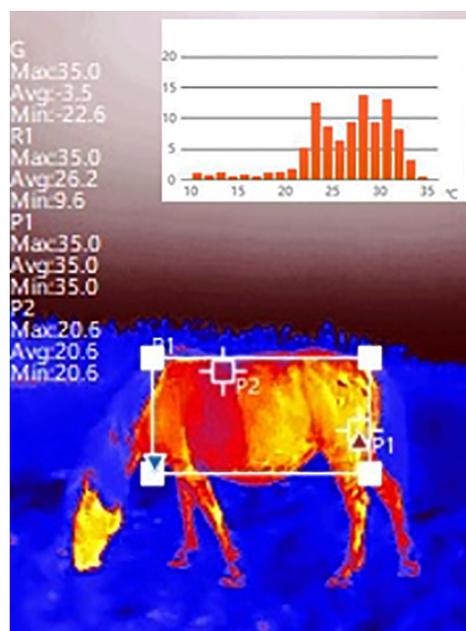
и темных участках показал аналогичную закономерность: максимальная температура на теле серой кобылы достигала 28,2 °С, в то время как у пегой и вороной кобыл она составляла 35,0 °С и 45,4 °С со-

ответственно. Минимальные значения также варьировали: 15,2 °C у серой, 20,6 °C у пегой и 30,2 °C у вороной кобылы, что указывает на более равномерный и интенсивный прогрев темного волосяного покрова. При этом ректальная температура у всех трех кобыл была одинаковой (38,6 °C), что соответствует нормальным физиологическим показателям для лошадей и свидетельствует об отсутствии клинических признаков теплового стресса.

Таким образом, наблюдаемые различия касаются исключительно поверхностного нагрева шерстного покрова, а не внутренней температуры организма. Полученные данные согласуются с теорией о том, что светлая масть обладает более высокой способностью отражать солнечное излучение, в то время как темная шерсть эффективно поглощает солнечную энергию, что приводит к значительному локальному нагреву поверхности кожи [6, 7]. Это подтверждает важность учета масти при интерпретации термографических данных, особенно в полевых условиях. Тем не менее, для достоверного обобщения полученных результатов требуется расширение выборки и проведение исследований на большем количестве живот-

ных с учетом сезонных и метеорологических факторов.

Визуализация данных на термограмме (рис. 3) четко демонстрирует контраст между светлыми и темными зонами у пегой кобылы, где пигментированные участки имели значительно более высокую температуру по сравнению с непигментированными. Светлый участок поверхности тела с отсутствием пигментирования на термограмме имел затемненный оттенок более красного цвета, что указывал на более низкую температуру поверхности тела (32,0 °C против 22,4 °C участка темного оттенка). Разница между температурой пигментированного и непигментированного участков составила 9,6 °C. Кроме того, взяли температуру поверхности тела у пегой кобылы на границе пигментированного и непигментированного участков с расстоянием примерно 4–5 см, которая составила 27,2 и 23,2 °C соответственно (разница в 4 °C). При этом температура светлого участка пегой кобылы (20,6 °C) была выше, чем у кобылы серой масти (15,2 °C). Это же подтверждается работой J. V. Isola с соавторами (2020), которые установили также низкую температуру белых пятен у коров с рыжей пигментацией,



**Рисунок 3 – Нормальная фотография кобылы пегой масти (слева) и термография кобылы с нарисованным прямоугольником, с самым горячим (P1) и холодным (P2) участками (справа)**

**Figure 3 – Normal photograph of a piebald mare (left) and thermography of the mare with a drawn rectangle, with the hottest (P1) and coldest (P2) areas (on the right)**

чем у коров с черной пигментацией, предположив, что большая тепловая энергия, поглощаемая более темными пятнами, по крайней мере частично, распределяется по поверхности животного [6].

В целом, температура поверхности тела, измеренная тепловизионной термографией, у кобылы серой масти варьировалась от 22,6 °С до 32,6 °С, вариация составила 10 °С; у кобылы пегой масти – от 22,6 °С до 35,0 °С с вариацией 12,4 °С; у кобылы вороной масти – от 22,6 °С до 45,4 °С с самой высокой вариацией из всех трех исследованных животных – 22,8 °С.

Это показывает на широкий разброс температуры поверхности тела по отдельным участкам животных, на который возможно повлияли индивидуальные анатомические особенности телосложения и отдельных его частей, возраста и факторов окружающей среды, в которых кобылы находились. В этой связи важно продолжить исследования.

Полученные результаты помогают понять взаимосвязь между температурой поверхности тела и фенотипом табунных лошадей, содержащихся круглогодично (24/7) на открытом воздухе и, соответственно, подвергающихся большему влиянию факторов окружающей среды как в летнее, так и в зимнее время. Тем не менее очевидно, что табунные лошади якутской породы, имеющие светлую масть, переносят воздействие прямых солнечных лучей лучше, чем лошади более темных мастей, поскольку светлая масть имеет более высокие значения отражательной способности по сравнению с темным цветом окраса волосяного покрова.

Таким образом, тепловизионная термография способна определять небольшие изменения температуры в целом и по отдельным участкам и точно фиксировать ее динамику. Но самым важным преимуществом является ее дистанционность или

бесконтактность, что особенно актуально в табунном коневодстве.

**Заключение.** В настоящее время научные данные о взаимосвязи масти и процессов терморегуляции у якутской лошади остаются крайне ограниченными. В этой связи особую значимость приобретает применение бесконтактной технологии тепловизионной термографии, позволяющей дистанционно измерять поверхностную температуру тела в анатомически значимых участках тела животных.

Учитывая полудикий характер якутских лошадей при практическом отсутствии близкого контакта с человеком, данный метод становится особенно актуальным для проведения мониторинга состояния животных в условиях табунного содержания. Для эффективного применения термографии необходимо разработать модель корреляции между показателями поверхностной температуры, внутренней температуры тела и кондиционной устойчивости лошадей в различные сезоны года. Такой подход позволит повысить достоверность оценки физиологического состояния и адаптивных качеств животных, а также оптимизировать методы их мониторинга и селекции.

Широкое внедрение тепловизионной диагностики откроет возможности для выявления особей с наиболее выраженными признаками экологической устойчивости, а также обнаружения животных со слабо выраженными признаками болезней или воспалительных процессов. Это, в свою очередь, способствует совершенствованию селекционных программ и повышению точности отбора ценных производителей в популяции якутской породы. Таким образом, дальнейшее расширение исследований с использованием данной технологии является важным направлением для развития устойчивого табунного коневодства в условиях Крайнего Севера.

#### Список источников

1. McManus C., Tanure C. B., Peripolli V., Seixas L., Fischer V., Gabbi A. M. [et al.]. Infrared thermography in animal production: An overview // *Computers and Electronics in Agriculture*. 2016. Vol. 123. P. 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.01.027>.
2. Saladini M., Salles V., Corrêa da Silva S., Salles F. A., Roma L. C., Faro L. E. [et al.]. Mapping the body surface temperature of cattle by infrared thermography // *Journal of Thermal Biology*. 2016. Vol. 62. P. 63–69. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2016.10.003>.

3. Murugeswari S., Murugan K., Rajathi S., Kumar S. M. Monitoring body temperature of cattle using an innovative infrared photodiode thermometer // *Computers and Electronics in Agriculture*. 2022. Vol. 198. P. 107120. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107120>.
4. Mota-Rojas D., Pereira A. M., Martínez-Burnes J., Domínguez-Oliva A., Mora-Medina P., Casas-Alvarado A. [et al.]. Thermal imaging to assess the health status in wildlife animals under human care: Limitations and perspectives // *Animals: an Open Access Journal from MDPI*. 2022. No. 12. doi: 10.3390/ani12243558.
5. Silva W., Silva É., Pereira S., Colares C., Corrêa B., Silva J. [et al.]. Behavior and thermal comfort of light and dark coat dairy cows in the Eastern Amazon // *Frontiers in Veterinary Science*. 2022. Vol. 9.
6. Isola J. V., Menegazzi G., Busanello M., Santos S. B., Agner H. S. S., Sarubbi J. Differences in body temperature between black-and-white and red-and-white Holstein cows reared on a hot climate using infrared thermography // *Journal of Thermal Biology*. 2020. Vol. 94. P. 102775. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102775>.
7. Finch Virginia A. Comparison of non-evaporative heat transfer in different cattle breeds // *Crop & Pasture Science*. 1985. Vol. 36. P. 497–508.
8. Mwai O., Hanotte O., Kwon Y. J., Cho S. African indigenous cattle: Unique genetic resources in a rapidly changing world // *Asian-Australas Journal of Animal Sciences*. 2015. Vol. 28. No. 7. P. 911–921. doi: 10.5713/ajas.15.0002R.
9. Алексеев Н. Д., Иванов Р. В., Степанов Н. П., Шахурдин Р. М. Итоги селекционной работы по совершенствованию продуктивных качеств лошадей якутской породы // *Достижения науки и техники АПК*. 2011. № 5. С. 62–64. EDN NUNBST.
10. Серошевский В. Л. Якуты. Опыт этнографического исследования. М., 1993. 736 с.
11. Алексеев Н. Д., Неустроев М. П., Иванов Р. В. Биологические основы повышения продуктивности лошадей : монография. Якутск : Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 2006. 280 с. EDN YVNOOG.
12. Ковальчикова М., Ковальчик К. Адаптация и стресс при содержании и разведении сельскохозяйственных животных. М. : Колос, 1978. 271 с.

## References

1. McManus C., Tanure C. B., Peripolli V., Seixas L., Fischer V., Gabbi A. M. [et al.]. Infrared thermography in animal production: An overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2016;123:10–16. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.01.027>.
2. Saladini M., Salles V., Corrêa da Silva S., Salles F. A., Roma L. C., Faro L. E. [et al.]. Mapping the body surface temperature of cattle by infrared thermography. *Journal of Thermal Biology*, 2016;62:63–69. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2016.10.003>.
3. Murugeswari S., Murugan K., Rajathi S., Kumar S. M. Monitoring body temperature of cattle using an innovative infrared photodiode thermometer. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2022;198:107120. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107120>.
4. Mota-Rojas D., Pereira A. M., Martínez-Burnes J., Domínguez-Oliva A., Mora-Medina P., Casas-Alvarado A. [et al.]. Thermal imaging to assess the health status in wildlife animals under human care: Limitations and perspectives. *Animals: an Open Access Journal from MDPI*, 2022; 12. doi: 10.3390/ani12243558.
5. Silva W., Silva É., Pereira S., Colares C., Corrêa B., Silva J. [et al.]. Behavior and thermal comfort of light and dark coat dairy cows in the Eastern Amazon. *Frontiers in Veterinary Science*, 2022;9.
6. Isola J. V., Menegazzi G., Busanello M., Santos S. B., Agner H. S. S., Sarubbi J. Differences in body temperature between black-and-white and red-and-white Holstein cows reared on a hot climate using infrared thermography. *Journal of Thermal Biology*, 2020;94:102775. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102775>.
7. Finch Virginia A. Comparison of non-evaporative heat transfer in different cattle breeds. *Crop & Pasture Science*, 1985;36:497–508.
8. Mwai O., Hanotte O., Kwon Y. J., Cho S. African indigenous cattle: Unique genetic resources in a rapidly changing world. *Asian-Australas Journal of Animal Sciences*, 2015;28;7:911–921. doi: 10.5713/ajas.15.0002R.

9. Alekseev N. D., Ivanov R. V., Stepanov N. P., Shakhurdin R. M. The results of breeding work to improve the productive qualities of horses of the Yakut breed. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2011;5:62–64 EDN NUNBST (in Russ.).

10. Seroshevskii V. L. *The Yakuts. The experience of ethnographic research*, Moscow, 1993, 736 p. (in Russ.).

11. Alekseev N. D., Neustroev M. P., Ivanov R. V. *Biological bases of increasing productivity of horses: monograph*, Yakutsk, Yakutskii nauchno-issledovatel'skii institut sel'skogo khozyaistva, 2006, 280 p. EDN YVNOOG (in Russ.).

12. Kovalchikova M., Kovalchik K. *Adaptation and stress during the maintenance and breeding of farm animals*, Moscow, Kolos, 1978, 271 p. (in Russ.).

© Владимиров Л. Н., Мачахтырова В. А., Слепцова В. В., Павлова Н. И., Алексеев В. А., 2025  
Статья поступила в редакцию 16.09.2025; одобрена после рецензирования 13.11.2025; принята к публикации 18.11.2025.

The article was submitted 16.09.2025; approved after reviewing 13.11.2025; accepted for publication 18.11.2025.

### Информация об авторах

**Владимиров Леонид Николаевич**, доктор биологических наук, профессор, Академия наук Республики Саха (Якутия), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6026-3679>, Author ID: 289067, [vladimirovln@mail.ru](mailto:vladimirovln@mail.ru);

**Мачахтырова Варвара Анатольевна**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Академия наук Республики Саха (Якутия), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0988-0943>, Author ID: 683323, [varvara-an@mail.ru](mailto:varvara-an@mail.ru);

**Слепцова Василена Васильевна**, научный сотрудник, Академия наук Республики Саха (Якутия), ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0657-4355>, Author ID: 982953, [vsleptsova1990@mail.ru](mailto:vsleptsova1990@mail.ru);

**Павлова Нарыйа Иннокентьевна**, научный сотрудник, Академия наук Республики Саха (Якутия), Author ID: 1268552, [naryya.pavlova@mail.ru](mailto:naryya.pavlova@mail.ru);

**Алексеев Владислав Амирович**, научный сотрудник, Якутский научный центр комплексных медицинских проблем, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6751-6210>, Author ID: 531039, [vldsvalekseev@gmail.com](mailto:vldsvalekseev@gmail.com)

### Information about the authors

**Leonid N. Vladimirov**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6026-3679>, Author ID: 289067, [vladimirovln@mail.ru](mailto:vladimirovln@mail.ru);

**Varvara A. Machakhtyrova**, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0988-0943>, Author ID: 683323, [varvara-an@mail.ru](mailto:varvara-an@mail.ru);

**Vasilena V. Sleptsova**, Researcher, Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia), ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0657-4355>, Author ID: 982953, [vsleptsova1990@mail.ru](mailto:vsleptsova1990@mail.ru);

**Naryia I. Pavlova**, Researcher, Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia), Author ID: 1268552, [naryya.pavlova@mail.ru](mailto:naryya.pavlova@mail.ru);

**Vladislav A. Alekseev**, Researcher, Yakut Scientific Center for Complex Medical Problems, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6751-6210>, Author ID: 531039, [vldsvalekseev@gmail.com](mailto:vldsvalekseev@gmail.com)

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.  
The authors declare no conflicts of interests.