

**Иван Юрьевич Буянов**

Парк флоры и фауны «Роев ручей», Красноярск, Россия

tiger-ra@yandex.ru

### **ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЮ И АКТИВНОСТЬ СОБОЛЯ (*MARTES ZIBELLINA* L. 1758)**

*Цель исследования – выявить динамику терморегуляции и активности соболя в процессе изменения температуры окружающей среды. Задачи: оценка динамики изменения температуры меха соболя при положительных и отрицательных температурах воздуха; изучение динамики физической терморегуляции соболя за счет конвекции и теплоизлучения; влияние низких температур воздуха на активность соболя и затраты организма на поддержку жизнедеятельности. В ходе многолетних наблюдений за активностью соболя собраны данные о длине суточного хода зверей в Туруханском и Эвенкийском районе Красноярского края при сопутствующих метеоусловиях. Данные по динамике температуры тела соболя в зависимости от температуры окружающей среды собирались в Красноярском парке флоры и фауны «Роев ручей». Охвачен температурный период приземного слоя воздуха от –30 до 30 °С. Использовался прибор пирометр Testo 830-T1. Данные исследования расширяют и уточняют представления о влиянии температурного фактора на аспекты активности соболя при низких температурах воздуха в естественных условиях обитания. Анализ данных динамики физической терморегуляции соболя за счет конвекции и теплоизлучения выявил температурные диапазоны оптимума соболя. Температурный оптимум – 0 °С. Диапазон благоприятной температуры для перемещения соболя – от –5 до –25 °С. Наибольшее число следов соболя отмечено при температуре –15 °С. Полученные данные позволяют оценить затраты организма зверя на поддержку жизнедеятельности в зимний период. При температуре воздуха –15 °С соболь в спокойном состоянии в час теряет 2,78 Ккал. При благоприятных условиях хищник затрачивает на поиски пищи от 3 до 4 ч, за это время он теряет 33 400 калорий.*

**Ключевые слова:** *соболь, активность соболя, температура меха, терморегуляция*

**Для цитирования:** Буянов И.Ю. Влияние температуры на терморегуляцию и активность соболя (*Martes zibellina* L. 1758) // Вестник КрасГАУ. 2024. № 1. С. 151–156.

**Ivan Yurievich Buyanov**

Flora and Fauna Park “Roev Ruchey”, Krasnoyarsk, Russia

tiger-ra@yandex.ru

### **TEMPERATURE INFLUENCE ON THERMOREGULATION AND ACTIVITY OF SABLE (*MARTES ZIBELLINA* L. 1758)**

*The purpose of the study is to identify the dynamics of thermoregulation and activity of the sable in the process of changing environmental temperature. Objectives: assessment of the dynamics of changes in the temperature of sable fur at positive and negative air temperatures; studying the dynamics of physical thermoregulation of sable due to convection and heat radiation; the influence of low air temperatures on the activity of the sable and the body's costs of supporting vital functions. During long-term observations of sable activity, data were collected on the length of the animals' daily movement in the Turukhansk and Evenk Districts of the Krasnoyarsk Region under accompanying weather conditions. Data on the dynamics*

of sable body temperature depending on the ambient temperature were collected in the Krasnoyarsk Flora and Fauna Park "Roev Ruchey". The temperature period of the surface layer of air is covered from  $-30$  to  $30$  °C. The pyrometer Testo 830-T1 was used. These studies expand and clarify ideas about the influence of the temperature factor on aspects of sable activity at low air temperatures in natural habitats. Analysis of data on the dynamics of physical thermoregulation of sable due to convection and heat radiation revealed temperature ranges of optimum for sable. Temperature optimum –  $0$  °C. The range of favorable temperatures for moving sable is from  $-5$  to  $-25$  °C. The largest number of sable tracks was recorded at a temperature of  $-15$  °C. The data obtained make it possible to estimate the costs of the animal's body to support vital functions during the winter period. At an air temperature of  $-15$  °C, a sable in a calm state loses 2.78 Kcal per hour. Under favorable conditions, the predator spends 3 to 4 hours searching for food, losing 33,400 calories at a time.

**Keywords:** sable, sable activity, fur temperature, thermoregulation

**For citation:** Buyanov I.Yu. Temperature influence on thermoregulation and activity of sable (*Martes zibellina* L. 1758) // Bulliten KrasSAU. 2024;(1): 151–156. (In Russ.).

**Введение.** Адаптация организмов к условиям среды носит строго дифференцированный характер. В каждой климатической зоне можно выделить группу видов наиболее характерных для собственно зональных условий. В их морфофизиологических особенностях отражается длительная связь с определенным типом климата и ландшафта.

Таежные виды млекопитающих в процессе эволюции хорошо адаптировались к условиям Сибири. Способность адаптации животных к температурному фактору влияет на их ареал распространения.

**Цель исследования** – выявить динамику терморегуляции и активности соболей в процессе изменения температуры окружающей среды.

**Материал и методы.** Сбор данных по активности соболей проходил в Туруханском и Эвенкийском районе. По следам животных отслеживалась активность при разной температуре воздуха в зимний период. Данные по динамике температуры тела соболя в зависимости от температуры окружающей среды собирались в Красноярском парке «Флоры и фауны «Роев ручей». Охвачен температурный период приземного слоя воздуха от  $-30$  до  $30$  °C. Использовался прибор пирометр Testo 830-T1.

Для исследования терморегуляции гомойотермного организма использовали тепловую модель животных в виде цилиндра. Эта модель в целом адекватно имитирует теплообмен реального животного [1].

**Результаты и их обсуждение.** Температура является одним из важнейших климатических факторов, так как ее изменения влекут за собой

серьезную трансформацию в адаптационных механизмах животных. Благоприятная температура – одно из необходимых условий для нормального течения обмена веществ в организме животных; нарушение теплового режима отрицательно сказывается на проявлении всех жизненных процессов [2].

При оптимальных температурных условиях у животных 20–25 % теплоотдачи происходит за счет испарения влаги. Высокая температура и малая подвижность воздуха в сочетании с большой влажностью тормозят теплоотдачу, что, в свою очередь, вызывает перегрев организма. При этом у животных появляется вялость, снижается аппетит, уменьшается устойчивость к заболеваниям, замедляется обмен веществ.

Постепенное изменение приземной температуры воздуха наблюдается по всей России. В 2016 г. среднегодовая температура воздуха осредненная по РФ превысила норму на  $1,28$  °C. Среднегодовая температура на метеорологических станциях Байкит повысилась на  $0,94$  °C, Ванавара – на  $1,6$  °C [3]. По данным метеостанции в п. Чемдальск в 2022 г. средняя годовая температура воздуха в районе среднего течения р. Подкаменная Тунгуска с 2016 г. повысилась на  $0,4$  °C и составила  $2$  °C. Дальнейшие изменения климата могут привести к смещению южных границ ареала соболя далее на север в лиственничные леса, бедные по кормовому разнообразию.

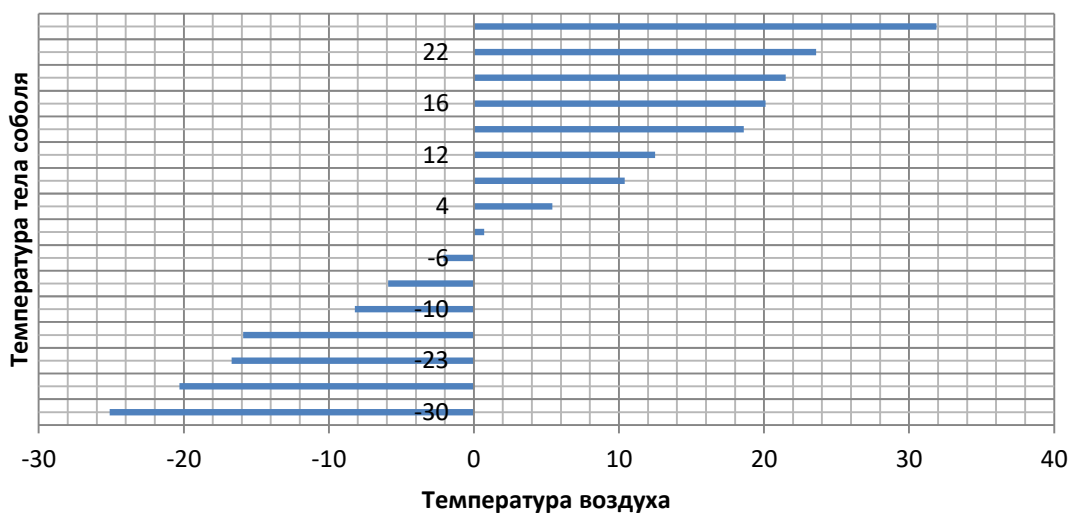
Отрицательно влияет на состояние млекопитающих высокая влажность в сочетании с низкими температурами. При таких условиях увеличивается теплоотдача тела, а при температу-

ре ниже критической организм не успевает выработать тепло за счет энергии корма, наступает переохлаждение организма. По данным Н.Н. Бакеева, Г.И. Монахова, А.А. Синицына (2003) соболь обитает в районах с различными климатическими условиями зимнего сезона, которые не ограничивают его распространение так, как условия летней погоды [4].

«Соболь особенно чувствителен к высоким летним температурам при повышенной влажности. Стремление соболей к низким температурам вызвано тем, что процессы их жизнедея-

тельности сопровождаются выделением достаточного количества тепла, чтобы обеспечивать постоянный уровень температуры тела при низкой температуре среды, или потому, что мех их мало теплопроводен и организм медленно теряет тепло» [5].

Данные по динамике температуры поверхности меха соболя собирались в Красноярском парке «Флоры и фауны «Роев ручей». Охвачен температурный период приземного слоя воздуха от  $-30$  до  $30$  °С (рис. 1).

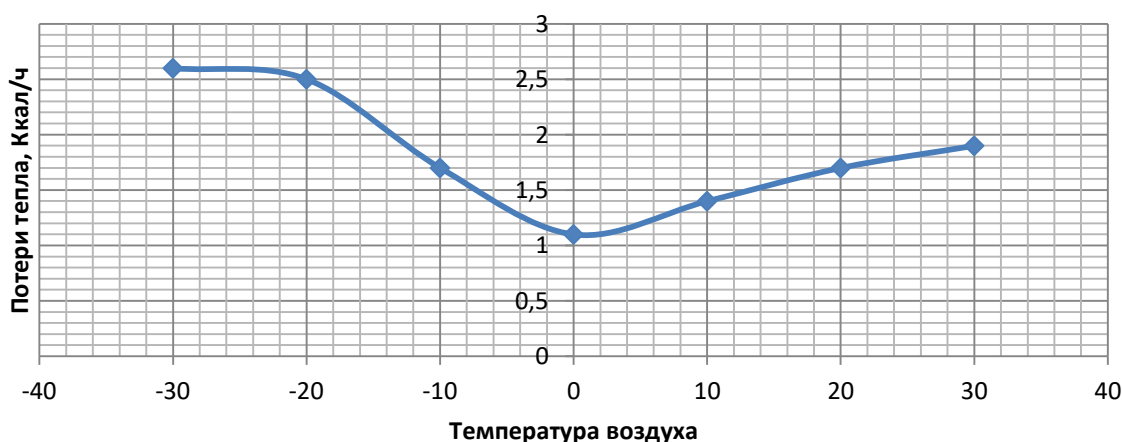


*Рис. 1. Динамика температуры меха соболя с изменением температуры воздуха*

В среднем при холодной погоде меховой покров соболя теплее окружающей среды на  $3,9$  °С. При теплой погоде мех соболя теплее на  $1,8$  °С.

Физическая терморегуляция у животных обеспечивается конвекцией, излучением и ис-

парением. На потерю тепла за счет конвекции влияет площадь поверхности животного. Потеря тепла меняется в зависимости от позы животного. Для данной работы температура тела измерялась тогда, когда животное стояло на четырех лапах (рис. 2).



*Рис. 2. Динамика тепла организма соболя при конвекции*

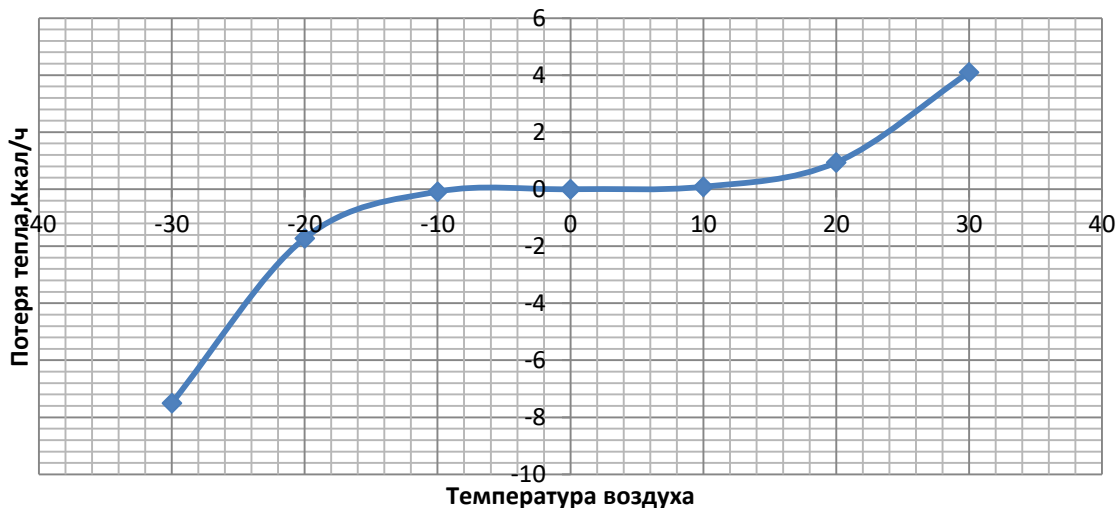


Рис. 3. Динамика тепла при теплоизлучении организмом соболя

По рисункам 2 и 3 видно, что при отрицательной температуре воздуха тело остывает, оно отдает тепловую энергию. Утерянное количество тепловой энергии имеет знак «минус», при положительных температурах окружающей среды тело нагревается – оно получает тепловую энергию. Приобретенное количество теплоты имеет знак «плюс». Кривая выносливости соболя при изменении теплового баланса за счет конвекции проходит от  $-30$  до  $30$  °C. Кривая оптимума идет от  $-10$  до  $10$  °C, температурный оптимум  $0$  °C. При излучении температурная кривая оптимума соболя проходит от  $-20$  до  $20$  °C, температурный оптимум также  $0$  °C.

По данным А.Л. Пономарева (1944), крайние значения диапазона изменчивости летней температуры воздуха для соболя колеблется от  $5$  до  $40$  °C [6]. Диапазон оптимума предпочитаемой температуры от  $8$  до  $21$  °C, оптимум  $13,1$  °C.

При низкой температуре воздуха (ниже  $-30$  °C) соболя не выходят из убежищ до недели. Чаще длительное время не покидают свои убежища самцы, и значительно реже самки. Наиболее благоприятная температура для перемещения соболя от  $-5$  до  $-25$  °C. Наибольшее число следов соболя отмечено при температуре  $-15$  °C (рис. 4).

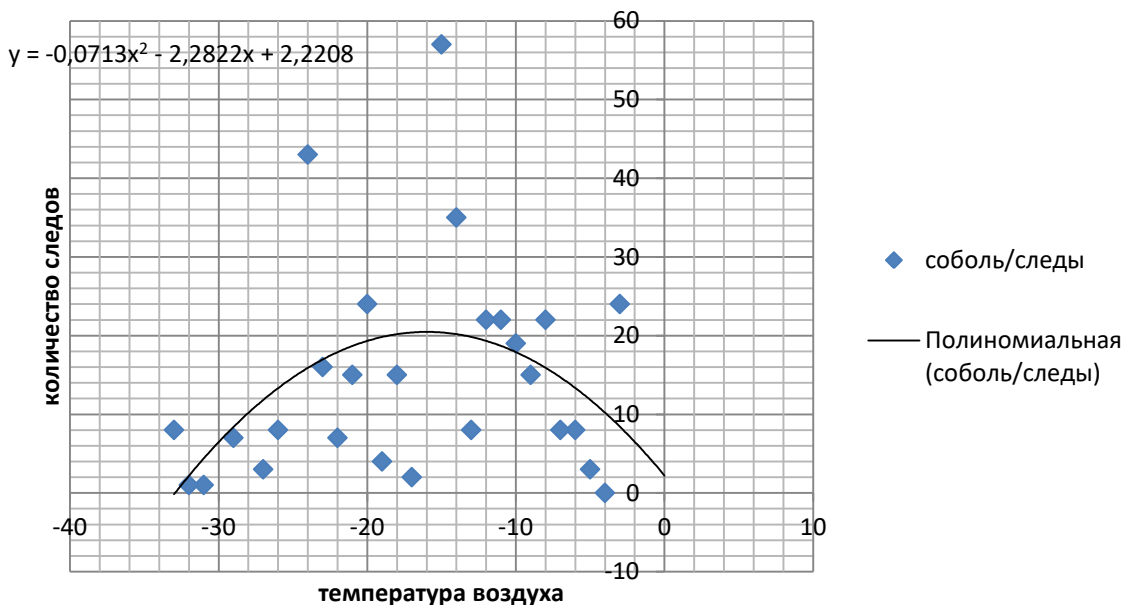


Рис. 4. Количество следов соболя в зависимости от температуры воздуха в зимний период

Куньи имеют более высокую скорость метаболизма на единицу массы тела, чем многие другие плацентарные млекопитающие. По этой причине для расчета количества энергии (Ккал), необходимой животному для поддержания основных метаболических функций в состоянии покоя в термонейтральной зоне, используется уравнение Иверсена  $84,6 \times (\text{масса тела, кг})^{0,78}$  [7], а не уравнение Клейбера  $70 \times (\text{масса тела, кг})^{0,75}$  [8], обычно используемое для других видов. На выполнение базальных метаболических процессов соболь весом 1,3 кг в день затрачивает в среднем 104 Ккал/сут. При температуре воздуха ( $-15^\circ\text{C}$ ) соболь в спокойном состоянии в час теряет 2,78 Ккал. При движении теплопродукция у соболей возрастает примерно в 4 раза по сравнению с состоянием покоя. Активность соболя и соответственно длина суточного хода сильно изменяется в зависимости от условий обитания и индивидуальных особенностей зверя. В длине суточного хода имеются половые различия. В Эвенкии длина хода самцов в среднем равна 4,5 км, а самок – 4,4 км [9]. В Туруханском районе расстояние, пройденное зверями, колеблется от 2,0 до 8,0 км [10]. По длине хода можно рассчитать, сколько времени животные находятся в поисках пищи на пути от одного убежища до другого. Длина прыжка: минимальная – 26–32 см; максимальная – 105–107; средняя – 52–54 см. Больших различий между длиной прыжка самца и самки нет [11]. По данным Г.Д. Дулькейт (1957), скорость бега соболя составляет 7,2–8,4 км/ч [6]. Соответственно соболь за два часа может пробежать весь свой маршрут от одного убежища до другого. Всего соболь затрачивает на поиски пищи (при благоприятных условиях) 3–4 ч. Наибольшая активность соболей на юге Туруханского района и Эвенкии наблюдается с 13 до 16 ч [10], за это время соболь теряет 33,4 Ккал. Взрослому соболю средней живой массой в 1,3 кг на поддержание жизни требуется от 285 до 320 Ккал обменной энергии в зависимости от времени года [12].

В годы, неурожайные на корма, суточный ход соболя достигает иногда более 20 км, соответственно организм не успевает вырабатывать тепло за счет энергии корма. В это время наблюдаются случаи каннибализма. Соболя поедают попавшихся в капканы зверей. При оскудении основных и второстепенных кормов звери переходят на несвойственную им пищу. Проникая в избышки, лабазы, они едят сухари и крупы

(рис, овсянка, гречка), вареные макароны. В такие годы после промысловая численность соболя в эксплуатируемых угодьях минимальная – 0,5 особи на 1 000 га [13]. По рекомендациям Б.К. Павлова (1989), промысел соболя при такой плотности целесообразно прекращать [14].

**Заключение.** Анализ динамики изменения теплового баланса при физической терморегуляции выявил температурные диапазоны оптимума соболя. Кривая оптимума при конвекции идет от  $-10$  до  $10^\circ\text{C}$ . При излучении проходит от  $-20$  до  $20^\circ\text{C}$ . Крайние значения диапазона изменчивости летней температуры воздуха для соболя колеблются от 5 до  $40^\circ\text{C}$ . Диапазон оптимума предпочитаемой температуры – от 8 до  $21^\circ\text{C}$ , оптимум –  $13,1^\circ\text{C}$ . В зимний период наибольшая активность зверей на юге Туруханского района и Эвенкии наблюдается с 13 до 16 ч при температуре  $-15^\circ\text{C}$ . За это время соболь теряет 33,4 Ккал. При недостатке корма суточный ход соболя достигает иногда более 20 км, организм не успевает вырабатывать тепло за счет энергии корма, что приводит к уменьшению упитанности зверей, особенно самок. В период с февраля по май потребность зверей в белковом корме наиболее высока, его нехватка сказывается на рождаемости и выживаемости молодняка, соответственно численности популяции соболя.

#### Список источников

1. Fiala D., Lomas K.J., Stohrer M. Computer prediction of human thermoregulatory and temperature responses to a wide range of environmental conditions // *Int. J. Biometeorology*. 2001. Vol. 45. P. 143–159.
2. Дунин И.М., Переверзев Д.Б., Козанков А.Г. Проведение научных исследований в скотоводстве. М.: Колос, 2000. 287 с.
3. Буянов И.Ю., Буянов Н.Ю. Многолетнее изменение метеорологических показателей в течение среднего Енисея / Актуальные проблемы лесного комплекса, Брянск. 2017. С. 3–9.
4. Бакеев Н.Н., Монахов Г.И., Сеницын А.А. Соболь. Вятка, 2003. 336 с.
5. Пономарев А.Л. Реакция некоторых куньих (*Mustelidae*) на градиент температуры // Зоологический журнал. 1944. Т. 23, № 1. С. 51–55.
6. Дулькейт Г.Д. Вопросы экологии и количественного учета соболя. М., 1957. 99 с.

7. *Iversen J.A.* Basal energy metabolism of mustelids // *Journal of Comparative Physiology*, 1972, P. 341–344.
8. *Kleiber M.* Body size and metabolic rate // *Physiological Review*, 1947, P. 511–541.
9. *Сопин В.Ю.* Из опыта тропления следов соболя в государственном природном заповеднике «Тунгусский» // *Тр. гос. природного биосферного заповедника «Центральносибирский»*. Красноярск, 2014. Вып. 3 (5). 268 с.
10. *Buyanov I.* Daily activity and migration of sables in the middle taiga // *American scientific journal*. Vol. 2. 2016. P. 5–19.
11. *Гусев О.К.* Экология и учет соболя. М.: Лесная промышленность, 1966. 124 с.
12. *Титова М.И.* Нормы поддерживающего кормления взрослых соболей // *Тр. НИИ пушн. звероводства и кролиководства*. М., 1950. Т. 5. С. 5–49.
13. *Буянов И.Ю., Буянов Н.Ю.* Питание соболя (*Martes zibellina* L., 1758) в Средней тайге / *Вестник ИРГСХА*. 2017. № 82. С. 39–46.
14. *Павлов Б.К.* Управление популяциями охотничьих животных. М.: Агропромиздат, 1989. 144 с.
3. *Buyanov I.Yu., Buyanov N.Yu.* Mnogoletnee izmenenie meteorologicheskikh pokazatelej v techenie srednego Eniseya / *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*, Bryansk. 2017. S. 3–9.
4. *Bakeev N.N., Monahov G.I., Sinicyn A.A.* Sobol'. Vyatka, 2003. 336 s.
5. *Ponomarev A.L.* Reakciya nekotoryh kun'ih (*Mustelidae*) na gradient temperatury // *Zoologicheskij zhurnal*. 1944. Т. 23, № 1. S. 51–55.
6. *Dul'kejt G.D.* Voprosy `ekologii i kolichestvennogo ucheta sobolya. M., 1957. 99 s.
7. *Iversen J.A.* Basal energy metabolism of mustelids // *Journal of Comparative Physiology*, 1972, P. 341–344.
8. *Kleiber M.* Body size and metabolic rate // *Physiological Review*, 1947, P. 511–541.
9. *Sopin V.Yu.* Iz opyta tropleniya sledov sobolya v gosudarstvennom prirodnom zapovednike «Tungusskij» // *Тр. гос. природного биосферного заповедника «Central'nosibirskij»*. Krasnoyarsk: 2014. Vyp. 3 (5). 268 s.
10. *Buyanov I.* Daily activity and migration of sables in the middle taiga // *American scientific journal*. Vol. 2. 2016. P. 5–19.
11. *Gusev O.K.* `Ekologiya i uchet sobolya. M.: Lesnaya promyshlennost', 1966. 124 s.
12. *Titova M.I.* Normy podderzhivayuschego kormleniya vzroslyh sobolej // *Тр. НИИ пушн. звероводства и кролиководства*. М., 1950. Т. 5. С. 5–49.
13. *Buyanov I.Yu., Buyanov N.Yu.* Pitanie sobolya (*Martes zibellina* L., 1758) v Srednej tajge / *Vestnik IRGSHA*. 2017. № 82. S. 39–46.
14. *Pavlov B.K.* Upravlenie populyacijami ohotnich'ih zhivotnyh. M.: Agropromizdat, 1989. 144 s.

### References

1. *Fiala D., Lomas K.J., Stohrer M.* Computer prediction of human thermoregulatory and temperature responses to a wide range of environmental conditions // *Int. J. Biometeorology*. 2001. Vol. 45. P. 143–159.
2. *Dunin I.M., Pereverzev D.B., Kozankov A.G.* Provedenie nauchnyh issledovanij v skotovodstve. M.: Kolos, 2000. 287 s.

Статья принята к публикации 01.11.2023 / The article accepted for publication 01.11.2023.

Информация об авторах:

**Иван Юрьевич Буянов**, старший научный сотрудник отдела науки, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

**Ivan Yurievich Buyanov**, Senior Researcher at the Science Department, Candidate of Agricultural Sciences