

Комиссия по изучению сурков
Териологического общества при Российской академии наук



ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ СУРКОВ ЕВРАЗИИ

Сборник научных трудов

Москва
АБФ Медиа
2015

УДК 599.322.2
ББК 28.693.36

ISBN 978-5-87484-101-0

Прошлое, настоящее и будущее сурков Евразии: Сборник научных трудов. – М.: АБФ Медиа. 2015. – 144 с.: ил.

Сборник составлен из статей, подготовленных авторами на основе докладов, представленных на X Международном совещании по суркам стран СНГ (Горячинск, 2010 г.). В книге публикуются материалы по различным аспектам биологии и охраны сурков Палеарктики. Рассмотрены вопросы эволюции, экологии, популяционной динамики, сохранения и восстановления популяций представителей рода *Marmota*. Обобщен опыт содержания этих животных в домашних условиях.

Издание подготовлено Комиссией по изучению сурков ТО РАН. Предназначено для широкого круга зоологов, специалистов по охране и рациональному использованию ресурсов животного мира, студентов биологических специальностей и т.п.

Редакционная коллегия: А.А. Никольский, К.И. Беловежец,
О.В. Брандлер (ответственный редактор)

Рецензенты: д.б.н., проф. А.А. Никольский (РУДН, г. Москва)
д.б.н., проф. В.И. Машкин (Вятская ГСХА, г. Киров)
к.б.н., О.В. Брандлер (ИБР РАН, г. Москва)

Издание осуществлено с оригинала, подготовленного Комиссией по изучению сурков ТО РАН. В оформлении сборника использована эмблема Комиссии (автор — В.В. Колесников). Иллюстрации к статьям представлены авторами.



**Сборник издан при финансовой поддержке
Федерального государственного унитарного предприятия
«Русский соболь»**

© Комиссия по изучению сурков ТО РАН, 2015

ТЕОРИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА СПЯЧКИ СУРКОВ

К.И. Беловежец¹

Спячка сурков протекает в толще грунта. Температурный режим этой среды определяется тремя основными факторами: температурой поверхности, подстилающего слоя и свойствами грунта, в котором расположены норы. В целом, температурный режим грунта повторяет основные черты температурного режима поверхности: для него так же характерны суточные, сезонные, многолетние колебания и географические градиенты. Тем не менее, особые теплофизические свойства грунтов видоизменяют привычную картину природной зональности и сезонных колебаний температуры, характерную для поверхности (Димо, 1972).

Температура поверхности грунта определяется теплообменом с приземным слоем атмосферы и радиационным балансом. Последний, в свою очередь, зависит от таких свойств поверхности, как отражательная способность, тип напочвенного покрова, наличие снежного покрова и т.д. Таким образом, несмотря на определенное сходство, температурный режим поверхности грунта и приземного слоя атмосферы могут заметно отличаться.

Из теплофизических свойств грунта наибольший интерес представляет теплопроводность — показатель, отражающий скорость распространения температурных колебаний в грунте (Хэнкс, Ашкрофт, 1985). Влияние теплофизических свойств грунта на его температурный режим проявляется, в основном, в двух особенностях: уменьшении амплитуды и отставании во времени колебаний температуры относительно поверхности. Амплитуда сезонных колебаний убывает с глубиной: при значении в несколько десятков градусов Цельсия на поверхности, на глубине 1,5-2 м она составляет 10-15°C; и менее 5°C — на глубине 4 м. Запаздывание сезонных колебаний температуры в норе относительно поверхности на глубине 2 м может составлять от 1,5 до 2 месяцев (рис. 1) (Беловежец, 2005; Никольский и др., 2005; Беловежец, 2006; Никольский, Беловежец, 2006). Именно эта глубина является верхней границей расположения зимовочных камер большинства видов сурков (Рябов, 1948; Лаптев, Юдин, 1952; Лобанов, 1983; Токарский, 1997 и др.).

¹ Российский университет дружбы народов, belovezhets@gmail.com

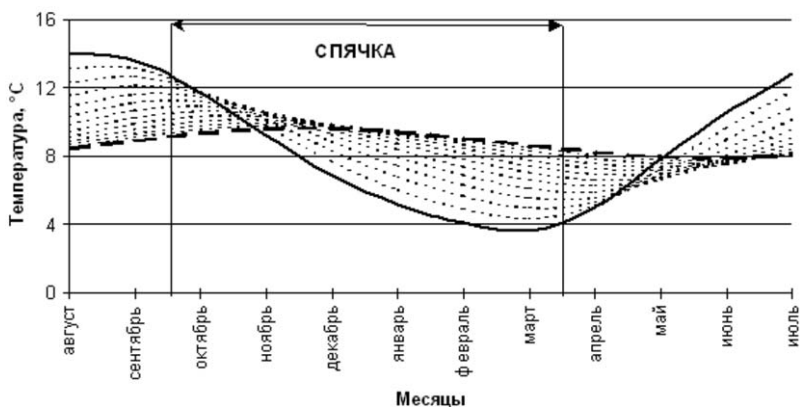


Рис. 1. Температура грунта в течение года на различной глубине, на примере Харьковской области, Украина. Сплошной линией показана температура поверхности, жирным пунктиром — температура на глубине 5 м, тонким пунктиром — температура на промежуточных глубинах с шагом 40 см. Использованы данные Справочника по климату СССР (1966) и результаты моделирования (Никольский, Беловежец, 2006).

На глубине 4-5 м, являющейся нижней границей расположения гнездовых камер сурков, сезонные колебания сдвинуты почти на полгода. Температурный максимум наступает здесь зимой (Никольский, Хуторской, 2001; Никольский, Савченко, 2002; Никольский, 2007). Разница между наступлениями годовых минимумов на одной и той же глубине для различных типов почв может составлять более 1 месяца.

Температурный режим грунтов, расположенных на глубине 2-4 м обладает важной, с точки зрения физиологии спячки, особенностью. Годовой максимум температуры на этой глубине наступает, как правило, в период, близкий к началу спячки, а годовой минимум — в период, близкий к ее окончанию. Фактически, это означает, что сурки, располагающие норы на этой глубине, в наибольшей степени используют для спячки период остывания грунта. Прохождение температуры грунта через годовой минимум может являться одним из факторов, регулирующих окончание спячки.

Теплофизические свойства грунтов — наиболее вариабельный

фактор температурного режима спячки. Благодаря ему создается мозаичность условий в конкретных биотопах. Грунты с высокой теплопроводностью (как правило, это легкие песчаные или каменистые почвы) быстро прогреваются и быстро остывают, и, напротив, тяжелые суглинистые грунты с низкой теплопроводностью прогреваются и остывают дольше (Чудновский, 1976). Выбор того или иного места для сооружения норы, таким образом, может зависеть не только от условий на поверхности или механических свойств грунта, но и от его теплофизических свойств.

Температура толщ грунта определяется не только температурой поверхности, но и температурой так называемого термонейтрального слоя, то есть слоя, температура которого постоянна круглый год. В большинстве случаев этот слой начинается с глубин 7-10 м. В отличие от температуры поверхности и теплофизических свойств грунта, температура термонейтрального слоя величина относительно постоянная, не подверженная, за редким исключением, заметным локальным флуктуациям (Гидрогеотермический атлас СССР, 1983). В зависимости от соотношения динамики температуры поверхности и температуры подстилающего слоя, все грунты, в которых сурки располагают свои норы, можно отнести к сезонно-протаивающим и сезонно-промерзающим (Фельдман, 1985). В первом случае протаивающий летом грунт располагается над многолетней мерзлотой; во втором — грунт зимой промерзает с поверхности до определенной глубины, ниже которой температура положительна круглый год (рис. 2, 3).

Деление грунтов на протаивающие и промерзающие существенно. Оно отражает влияние на животных физиологически значимой температуры, равной 0°C. Виды сурков, обитающие в зоне сезонно-промерзающих грунтов с границей промерзания менее глубины норы, должны, очевидно, иметь набор адаптационных механизмов, отличных от видов, населяющих сезонно-протаивающие грунты. Весь диапазон возможных условий протекания спячки можно продемонстрировать на примере трех видов евразийских сурков: *Marmota bobak*, *M. camtschatica* и *M. sibirica*.

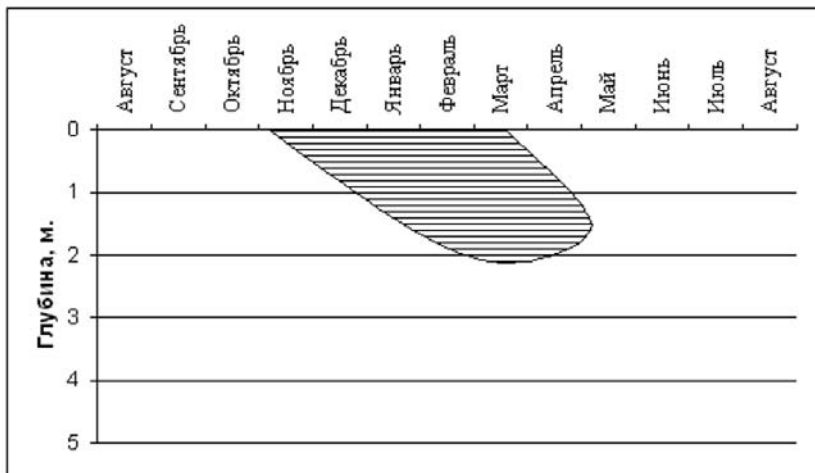


Рис. 2. Схема распространения отрицательных (горизонтальная штриховка) температур в сезонно-промерзающем грунте в течение года.

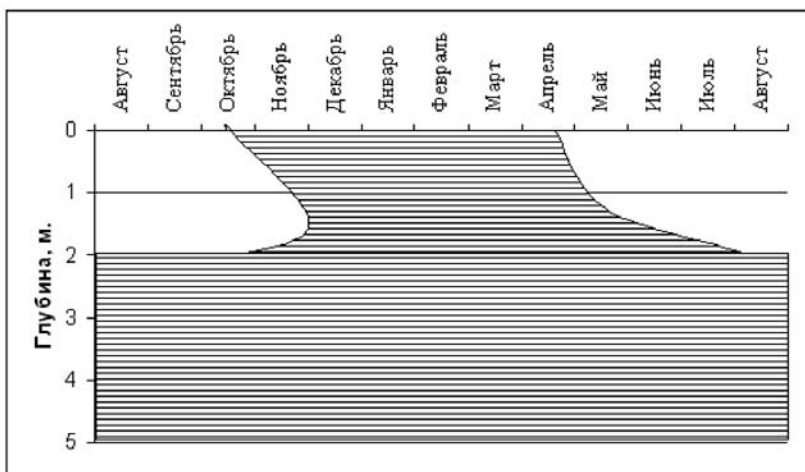


Рис. 3. Схема распространения отрицательных температур (горизонтальная штриховка) в сезонно-протаивающем грунте по Фельдману (1985).

На всем своем ареале степной сурок сталкивается в процессе спячки с отрицательными температурами лишь эпизодически: это могут быть неглубокие норы молодых животных, или обычные норы, расположенные на северных границах ареала в условиях суровой зимы (Справочник по климату СССР, 1965; 1966а; 1967). Продолжительность периода отрицательных температур в таких случаях невелика, повторяемость таких событий — тоже. В большинстве случаев животное может избежать отрицательной температуры в процессе спячки, если соорудит более глубокую нору или выберет более подходящее место для сооружения убежища.

Черношапочный сурок, населяющий области с широким распространением многолетнемерзлых грунтов, напротив, сталкивается с отрицательными температурами постоянно (Капитонов, 1978; Ануфриев, 2008; Алфимов, Берман, 2009). Поскольку сооружение глубоких нор нецелесообразно из-за подстилающей мерзлоты, животным остается выбирать места с оптимальным микроклиматом и теплофизическими особенностями грунтов, обеспечивающими максимально продолжительный период протаивания.

Промежуточное положение занимает монгольский сурок. В пределах ареала этого вида встречаются области с преобладанием сезонно-промерзающих грунтов. В ряде случаев грунты ежегодно промерзают на глубину большую, чем глубина нор. В результате, сурки сталкиваются с отрицательной температурой в процессе спячки регулярно (Справочник по климату СССР, 1966б). Таким образом, различные географические популяции этого вида оказываются в условиях приближенных либо к условиям спячки степного сурка, либо черношапочного.

Обсуждая межвидовые различия в контексте экологической ниши, можно предположить, что температурная ниша монгольского сурка занимает промежуточное положение по отношению к нишам степного и черношапочного сурков (рис. 4). По сути, эти три вида, адаптируясь каждый к своему режиму спячки, решают разные задачи. Степной сурок имеет возможность избегать воздействия отрицательных температур во время спячки. Черношапочный сурок вынужден формировать соответствующие физиологические и поведенческие адаптации, позволяющие успешно проводить спячку при максимально низкой температуре в течение максимально продолжитель-

ного периода времени. Тарбаган, сталкиваясь как с условиями положительных, так и отрицательных температур во время спячки должен, по-видимому, избегать узкой специализации, и, напротив, формировать более широкий спектр адаптаций по сравнению с другими видами. Таким образом, можно предположить, что температурная ниша тарбагана шире, чем ниши степного и черношапочного сурков. Относительно этих двух видов он является более “эвритермным”.

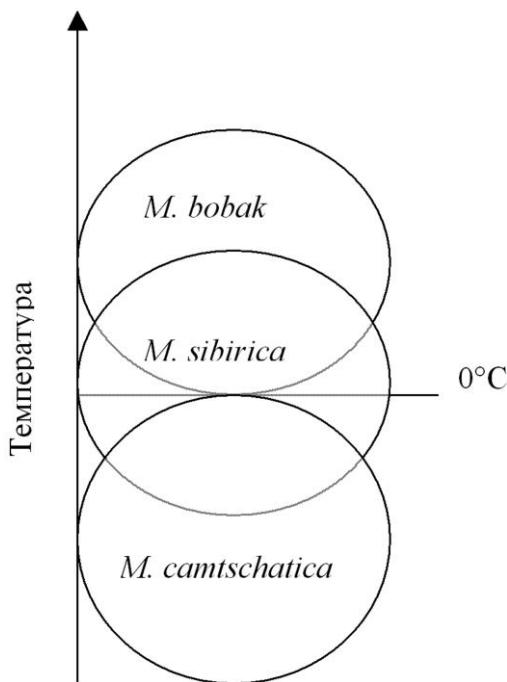


Рис. 4. Схема взаимного расположения фундаментальных температурных ниш трех видов сурков.

Описанная на примере трех видов евразийских сурков схема температурных ниш является упрощенной моделью реальной ситуации и требует дополнительной проверки путем прямых измерений температуры нор на всем протяжении спячки, особенно на границах ареалов. Большинство видов сурков имеют протяжённые ареалы, в пре-

делах которых реализация температурной ниши каждой из локальных популяций может сильно отличаться от температурной ниши соседей. Например, географически разобщенные популяции черношапочного сурка могут проводить спячку в условиях настолько различных, что реализованные ниши этих популяций вероятнее всего не перекрываются. То же относится и к спячке степного сурка. На южной и западной границах ареала этот вид вынужден проводить спячку при относительно высокой температуре, выше 8°C, что должно обуславливать иной энергетический баланс спячки, чем у популяций, проводящих спячку при температуре близкой к 0°C.

Обсуждаемые в нашей работе теплофизические свойства грунтов являются главными, но не единственными факторами температурного режима спячки сурков. В частности, в горах большое влияние на температуру грунта оказывают экспозиция склона, рельеф гор, скорость и направление ветра, высота снежного покрова, изменение механического состава грунта, а, следовательно, и его теплофизических свойств по профилю склона и некоторые другие факторы. У видов сурков, населяющих лесные ландшафты (*M. kastschenkoi* и *M. monax*), спячка протекает в условиях более ровного и более мягкого температурного режима, чем у видов, обитающих в открытых ландшафтах гор и степей.

Мы надеемся, что в будущем предметом наших исследований станет всё разнообразие факторов, формирующих температурную нишу сурков на всём огромном пространстве ареала рода *Marmota*.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность А.А. Никольскому за ценные замечания и советы во время работы над текстом статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алфимов А.В., Берман Д.П., 2009. Об условиях зимней спячки берингского суслика (*Spermophilus parvi*, Sciuridae, Rodentia) на северо-востоке Азии // Зоол. журн. Т. 88. № 6. С. 731-744.
- Ануфриев А.П., 2008. Механизмы зимней спячки мелких млекопитающих Якутии. Новосибирск: изд-во СО РАН. 158 с.
- Беловежец К.И., 2005. Температурный режим нор малого суслика (*Spermophilus pygmaeus* Pallas, 1778): математическое моделирование

- // Суслики Евразии (роды *Spermophilus*, *Spermophilopsis*): происхождение, систематика, экология, поведение, сохранение видового разнообразия. Материалы Российской научной конференции. Москва, 16-17 ноября 2005 г., М.: Т-во научных изданий КМК. С. 17-19.
- Беловежцу К.И., 2006. Математическое моделирование температурного режима в норах малого суслика (*Spermophilus pygmaeus* Pallas, 1778) // Бюлл. моск. об-ва испыт. природы. Отд. биол. Т. 111. Вып. 5. С. 87-90.
- Димо В.Н., 1972. Тепловой режим почв СССР. М.: Колос. 360 с.
- Гидрогеотермический Атлас СССР (зона активного водообмена), 1983. М: Мин-ство геологии СССР, ВСЕГИНГЕО.
- Капитонов В.И., 1978. Зимняя раскопка нор черношапочного сурка в северо-западном Верхоянье // Бюлл. моск. об-ва испыт. природы. Отд. биол. Т. 83. Вып. 1. С. 43-50.
- Лаптев И.П., Юдин Б.С., 1952. Сурок Томской области и его охрана // Тр. ТГУ. Т. 118. Томск: С. 14—21.
- Лобанов В.С., 1983. Строение зимней норы казахстанского байбака // Охрана, рациональное использование и экология сурков. Материалы всесоюзного совещания (3-5 февраля 1983 г., Москва). М.: Изд-во АН СССР. С. 63-64.
- Никольский А.А., Хуторской М.А., 2001. Тепловые характеристики нор млекопитающих в летний период (на примере норы степного сурка) // ДАН. Т. 378. № 1. С. 138-141.
- Никольский А.А., Савченко Г.А., 2002. Изменения температуры воздуха в норе степного сурка в летне-осенний период // Экология. № 2. С. 120-125.
- Никольский А.А., Беловежцу К.И., Хуторской М.А., Ронкин В.И., 2005. Математическая модель температурного режима нор млекопитающих на примере норы степного сурка (*Marmota bobak* Müll., 1776) // ДАН. Т. 403. № 5. С. 713-714.
- Никольский А.А., Беловежцу К.И., 2006. Влияние изменения климата на температурный режим нор млекопитающих (математическое моделирование) // Динамика современных экосистем в голоцене.

- Материалы российской научной конференции. Москва, 2-3 февраля 2006 г., М.: Т-во научных изданий КМК. С. 162-167.
- Никольский А.А., 2007. Температурная ниша обыкновенного слепыша *Spalax microphthalmus* Guld., 1770 // Экология. № 4. С. 293-298.
- Рябов Н.И., 1948. Материалы к биологии забайкальского сурка (*Marmota sibirica* Radde) в зимний период // Зоол. журн. Т. 27. Вып. 3. С. 245-256.
- Справочник по климату СССР, 1965. Вып. 12. Ч. 2. Температура воздуха и почвы. Л.: Гидрометеониздат. 344 с.
- Справочник по климату СССР, 1966а. Вып. 18. Ч. 2. Температура воздуха и почвы. Л.: Гидрометеониздат. 656 с.
- Справочник по климату СССР, 1966б. Вып. 23. Ч. 2. Температура воздуха и почвы. Л.: Гидрометеониздат. 319 с.
- Справочник по климату СССР, 1967. Вып. 10. Ч. 2. Температура воздуха и почвы. Л.: Гидрометеониздат. 607 с.
- Токаревский В.А., 1997. Байбак и другие виды рода Сурки. Харьков: 303 с.
- Фельдман Г.М., 1985. Методические указания по расчетам температурного режима грунта. Якутск: Ин-т мерзлотоведения. 65 с.
- Хэнкс Р.Дж., Ашкрофт Дж.А., 1985. Прикладная физика почв. Температура и влажность почвы. Пер. с англ. Л.: Гидрометеониздат. 151 с.
- Чудновский А.Ф., 1976. Теплофизика почв. М.: Наука. 352 с.

TEMPERATURE REGIME OF MARMOT HIBERNATION THEORY

K.I. Belovezhets

*People's Friendship University of Russia, Ecological Department:
belovezhets@gmail.com*

Marmots hibernate in the layer of soil. Temperature regime of this environment corresponds to the temperature regime of the surface in terms of annual and diurnal temperature fluctuations and geographical gradients. Nevertheless, specific physical conditions of soil change well-known pattern of geographical and seasonal distribution of temperature.

Temperature of ground depends on three main factors: surface temperature, underlying ground temperature and properties of soil. Surface temperature differs from air temperature due to process of consumption and reflection of solar energy and thus depends not only on insolation but on surface conditions as well. The soil's properties vary widely within the same geographical region providing diversity of possible habitats. Physical conditions of the ground are responsible for two main specific characteristics of temperature regime: decreasing and delaying of temperature fluctuations in depth. In natural habitats of marmots annual amplitude at the surface usually reaches several tens of degrees, at the depth of 2 m it is around 10-15°C, and less than 5°C at the depth of 4-5 m which is believed to be the average bottom depth for marmots' burrows. Delay of annual temperature maximum at the depth of 2 m is around 1,5-2 months and almost half of year at the depth of 4-5 m. Thus, marmots start hibernation around temperature maximum at the depth of burrow and finish it around minimum. It allows using the most comfortable temperature conditions during year and annual minimum of temperature is expected to be one of the triggers finishing hibernation.

Temperature of underlying soil layer can be constantly positive or negative. According to this conditions all soils can be divided in two classes: seasonally frozen and seasonally melt.

Seasonally frozen soils are typical for natural habitats of steppe marmot, *Marmota bobak*. Only shallow burrows of young animals, or normal hibernacula at the northern edge of range can face negative temperatures, but not regularly. Animals can avoid negative temperature during hibernation by choosing of appropriate habitat or by construction of a deeper burrow.

On the other hand black-capped marmot, *M. camtschatica* inhabits area with mainly seasonally melted ground with permafrost above it. These marmots face negative temperature during hibernation permanently, they can only choose habitat with more or less long period of melted ground condition. Construction of deeper burrow is useless because of permafrost. So we can expect another complex of behavioral and physiological adaptations in comparison to steppe marmot.

Situation is different for Mongolian marmot, *M. sibirica*. Mostly these marmots inhabit seasonally frozen soils, but at the northern edge of the area of distribution depths of frozen soil is more than bottom depth of marmots' hibernacula. That means that at least in one part of its natural habitat *M. sibirica* faces negative temperatures during hibernation regularly. We can say that temperature niche of *M. sibirica* is wider than niches of *M. bobak* and *M. camtschatica* and it takes intermediate position.