

РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО  
ХАКАССКОЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ПРАВИТЕЛЬСТВО РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ  
МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК «ХАКАССКИЙ»  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК  
«САЯНО-ШУШЕНСКИЙ»

# **РЕДКИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ВИДЫ КРУПНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ: СТРАТЕГИЯ ИЗУЧЕНИЯ И ОХРАНЫ**

**Сборник материалов  
Всероссийского научного слета-семинара  
аспирантов и молодых ученых**

г. Абакан, Республика Хакасия 30 июля – 3 августа 2013 г.

Ответственный редактор канд. биол. наук *В.В. Шуркина*



НОВОСИБИРСК  
ИЗДАТЕЛЬСТВО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
2013

# ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ РЕВА В ПРИРОДНОЙ ПОПУЛЯЦИИ МАРАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗВУКОВЫХ ЛОВУШЕК

И.А. ВОЛОДИН<sup>1,2</sup>, Е.В. ВОЛОДИНА<sup>2</sup>, Р. ФРАЙ<sup>3</sup>, И.Л. МАЙМАНАКОВА<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

<sup>2</sup>Московский зоопарк

<sup>3</sup>Институт биологии животных в природе и неволе, Берлин

<sup>4</sup>Государственный природный заповедник «Хакасский»

## ВВЕДЕНИЕ

Благородный олень *Cervus elaphus* – это вид, широко распространенный на территории всей голарктической области. В пределах ареала он образует множество подвидов, которые значительно отличаются друг от друга не только размерами и морфологией, но и структурой гонных криков самцов [Никольский и др., 1979; Федосенко, 1980; Geist, 1998]. Вид *Cervus elaphus* возник в Центральной Азии, в Таримском бассейне, примерно 2 млн л. н., и распространился оттуда двумя ветвями: западной – через Кавказ и Карпаты в Западную Европу и восточной – через Тань-Шань, Алтай, Сибирь и далее в Северную Америку [Mahmut et al., 2002; Ludt et al., 2004].

В различных частях ареала самцы во время гона издают крики, очень сильно отличающиеся по своей структуре [Никольский и др., 1979]. Самцы европейских подвидов: шотландского *C.e. scoticus*: [Long et al., 1998; Reby, McComb, 2003], корсиканского *C.e. corsicanus* [Kidjo et al., 2008] и испанского *C.e. hispanicus* [Frey et al., 2012] производят низкочастотные ревы. В то же время самцы сибирских и североамериканских подвидов – алтайского марала *C.e. sibiricus* [Никольский и др., 1979; Никольский, 2011], канадского вапити *C.e. canadensis* [Struhsaker, 1968; Feighny et al., 2006] и вапити Рузвельта *C.e. roosevelti* [Bowyer, Kitchen, 1987] – издают очень высокочастотные гонные крики, которые в англоязычной литературе носят название буглей (bugle), но в российской также называются ревами. В гонных криках бухарского подвида благородного оленя *C.e. bactrianus*, живущего в центре происхождения вида, присутствуют как низкая, так и высокая основные частоты, которые могут встречаться как вместе, так и по отдельности [Никольский, 1975; Volodin et al., 2013].

Таким образом, живущий в центре происхождения вида центрально-азиатский бухарский подвид издает гонные крики с двумя частотами, тогда как западные подвиды – только с низкой, а восточные – только с высокой основной частотой. Такая широкая изменчивость структуры гонных криков может рассматриваться как природный эксперимент по эволюции коммуникативного поведения. О существовании широкой изменчивости гонных криков самцов разных подвидов благородного оленя известно уже давно [Никольский и др., 1979]), однако причины такого структурного разнообразия остаются неясными до настоящего времени. Неизвестно, какие эволюционные факторы ответственны за изменчивость криков благородного оленя, какие механизмы, морфологические или акустические, лежат в их

основе. Данные о том, как развиваются эти крики в онтогенезе у разных подвидов, также отсутствуют. Для выяснения причин эволюции коммуникативного поведения у благородного оленя необходим синтез данных по акустической структуре, половым особенностям, онтогенезу, морфологии и физиологии вокальных систем разных подвидов.

Особый интерес представляет вокальное поведение сибирских подвидов – марала и изюбря *C.e. xanthopygus*, которые меньше изучены, чем европейские и американские подвиды благородного оленя. Одним из перспективных способов сбора акустических данных от скрытных животных в природных местообитаниях является использование звуковых ловушек. Эти устройства позволяют по заранее заданной программе записывать громко кричащих животных, таких как благородные олени в период гона. Нами был проведен предварительный сбор материала по вокальной активности марала в период гона с использованием автоматических звуковых регистраторов.

Целью нашего исследования являлось определение зависимости вокальной гонной активности самцов от температуры воздуха, а также описание и сравнение структуры гонных криков самцов, тревожных лаев самки марала и звуков имитации гонного рева марала человеком.

## МЕТОДЫ

Материал был собран с 16 по 29 сентября 2012 г в северных предгорьях Западных Саян, в верховьях лога Кайзас, в охранной зоне участка Малый Абакан государственного природного заповедника «Хакасский», Республика Хакасия ( $52^{\circ}07'19''\text{N}$ ,  $89^{\circ}32'15''\text{E}$ ). Лог представлял собой узкую ручьевую долину в верхнем ярусе горной тайги, вытянутую в меридиональном направлении со значительным повышением к югу (до 1680 м). Каменистые склоны лога покрыты лесом из пихты и кедра, отмечены большие поляны.

Для записи звуков (22.05 кГц, 16 бит, стерео) использовались четыре автоматические звуковые ловушки – сонгметры Song Meter SM2 + (Wildlife-Acoustics Inc., Concord, MA, USA). Каждый сонгметр был оснащен двумя всенаправленными микрофонами, установленными горизонтально под углом в 180 град. относительно друг друга. Сонгметры были размещены по склонам лога в ломаную линию с дистанцией между соседними от 500 до 1100 м, и с расстоянием между крайними точками в 3400 м. Два сонгметра постоянно находились на своих местах, два других были перемещены на другие точки записи в течение периода сбора данных.

Запись звуков происходила ежедневно в течение 15 ч с 17:00 до 07:50 в режиме 10 мин запись – 10 мин перерыв, причем синхронно на все четыре сонгметра. Во время записи сонгметры регистрировали также температуру воздуха с интервалом один раз в 5 мин. Суммарная длительность записей, сделанных с помощью сонгметров, составила 320 ч. В течение всего времени сбора данных наблюдатели присутствовали в районе работы сонгметров (700 м до ближайшего) и в течение светлого времени суток, когда сонгметры не работали, проводили обследование территории для поиска мест с признаками высокой гонной активности маралов (помет, следы, точки, заиды коры рогами на молодых деревьях).

Синхронизация записи позволила сопоставить звуки с разных сонгметров и сформировать для анализа выборку, в которой каждый записанный звук был учтен только один раз. Суммарная выборка составила 153 гонных рева. Число зарегистрированных звуков для каждого часа записи позволило рассчитать динамику рева от одного дня к другому в течение двухнедельного периода (по средним за день по всем 15 ч записи), и от часа к часу в течение суток (по средним за данный час по всем 14 дням). Для каждого часа записи была рассчитана средняя температура, и аналогичным образом была рассчитана ее динамика от одного дня к другому и от часа к часу в течение суток.

Для описания структуры гонных ревов самцов марала в программе Avisoft SASLab Pro (Avisoft Bioacoustics, Germany, Berlin) мы измерили максимальную основную частоту каждого звука и, если это было возможно, минимальную основную частоту и длительность. Спектрограммы были построены со следующими установками: частота дискретизации 22,05 кГц, окно Хемминга, длина быстрого преобразования Фурье (FFT) 1024 точки, перекрывание по частотной оси (frame) – 50 %, перекрывание по временной оси (overlap) – 75 %.

Кроме того, мы записали и проанализировали крики тревоги самки марала – серию из 12 лаев, которые самка издала, заметив наблюдателей, они подманили ее имитацией гонных ревов самца. Для записи этих звуков использовали цифровой рекордер Marantz PMD-660 (D&M Professional, Kanagawa, Japan) с микрофоном Sennheiser K6-ME66 (Sennheiser electronic, Wedemark, Germany). В лаях самки были измерены те же акустические параметры, что и в гонных ревах маралах, использовались те же установки для анализа.

Статистическая обработка проведена в программе STATISTICA, v. 6.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA). Все средние приведены как среднее  $\pm SD$ . Для оценки влияния температуры на динамику рева мы использовали коэффициент корреляции Спирмана. Поскольку некоторые распределения отличались от нормального (тест Колмогорова–Смирнова), для сравнения значений акустических параметров криков маралов мы воспользовались непараметрическим *U*-тестом Манна – Уитни.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Наши наблюдения показали, что верховья лога Кайзас являются одним из мест гона марала. Об этом можно было судить по количеству старого и свежего помета, ободранных рогами маралов молодых деревьев, а также по следовым дорожкам на свежем снегу. Кроме того, за время сбора данных были встречены один взрослый самец и одна взрослая самка, которые кричали в ответ на имитацию гонных ревов человеком. Самцы постоянно перемещались, что видно из проходов с ревами вдоль линии сонгметров и результатов троплений по снегу.

В период нашего исследования маралы, по всей видимости, не образовывали гонных скоплений и были распределены дисперсно по большой территории. Тем не менее при сопоставлении данных с разных сонгметров мы документировали переклички самцов. Отсутствие гонных скоплений

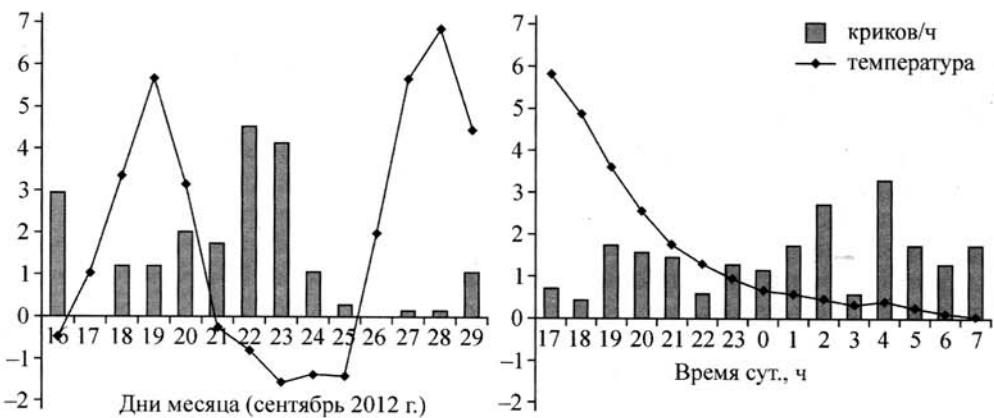


Рис. 1. Динамика рева марала (криков/ч) и температура воздуха в зависимости от дня записи звуков (слева) и времени суток (справа).

отличает марала от других подвидов благородного оленя – бухарского, кавказского *C.e. maral*, испанского и канадского вапити, у которых самцы во время гона концентрируются на ограниченной территории, и наблюдатель с одной точки может видеть нескольких самцов [Struhsaker, 1968; Переладова, 1981; Frey et al., 2012]. Другие авторы также отмечали, что во время гона самцы марала держатся друг от друга на значительной дистанции (0,5–1,5 км) и редко вступают в прямые конфликты [Штарев, 1970; Федосенко, 1980). Другими возможными объяснениями отсутствия гонных скоплений в месте нашего исследования могли быть ограниченный период сбора данных, нетипичная погода или даже присутствие исследователей в районе работы звуковых ловушек, что могло приводить к распугиванию животных.

Число ревов маралов было неравномерно распределено от одного дня к другому (рис. 1). Максимальное число ревов (4,53/ч) было зарегистрировано 22 сентября 2012 г. – в день, предшествующий резкому похолоданию, которое продолжалось трое суток и сопровождалось обильным снегопадом (толщина снежного покрова 15 см). Число ревов в час было отрицательно связано с температурой воздуха, хотя корреляция между температурой и числом ревов в час была недостоверной ( $r_s = -0,42, p = 0,13, n = 14$ ).

Число ревов от часа к часу в течение суток было распределено относительно равномерно, однако в первую половину темного времени суток (с 20 до 01 ч) маралы ревели в 1,5 раза реже, чем во вторую половину темного времени суток (с 02 до 07 ч): 1,29 и 1,88 ревов в ч соответственно (рис. 1). Для времени суток число ревов в час также было отрицательно связано с температурой, но корреляция не достигала порога достоверности ( $r_s = -0,39, p = 0,15, n = 15$ ).

Однако при сопоставлении числа ревов в час и температуры в каждый час записи за весь период сбора данных мы обнаружили достоверную отрицательную корреляцию между числом криков и температурой воздуха ( $r_s = -0,15, p < 0,05, n = 180$ ) (рис. 2). На рис. 2 также хорошо видно, что гонная активность практически прекратилась после 23 сентября 2012 г., когда резко упала температура и начался обильный снегопад, продолжав-

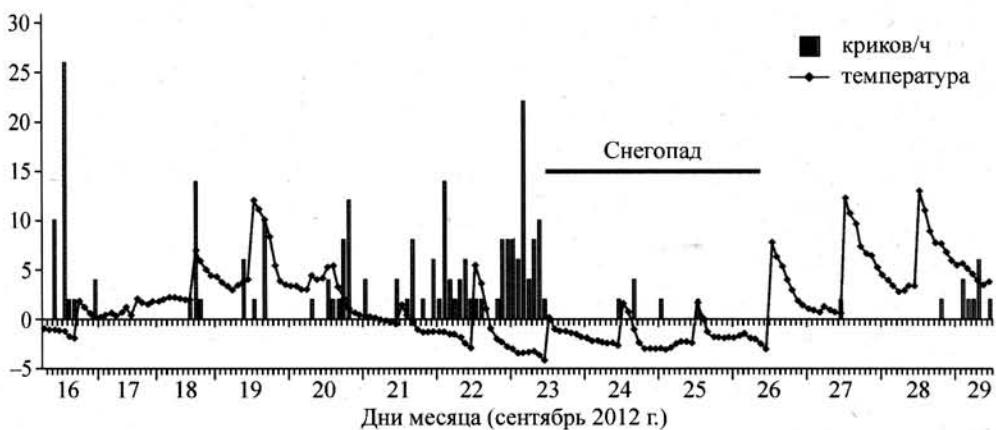


Рис. 2. Динамика рева марала (криков/ч) и температура воздуха за каждый час записи за весь период сбора данных. Отмечен период похолодания и интенсивного снегопада.

шийся три дня. Таким образом, хотя вокальная активность самцов повышалась при небольших отрицательных температурах, она практически прекратилась во время сильного снегопада с ветром.

Большинство записанных гонных ревов маралов были сильно деградировано из-за большой дистанции записи и расчлененности рельефа. В основном гонные ревы состояли только из одного крика, и только в некоторых, после основного долгого крика, следовали несколько коротких (рис. 3). Мы измерили акустические параметры только длинных ревов. Максимальная основная частота была отмечена во всех ревах и в среднем составляла  $1,23 \pm 0,21$  кГц (от 0,79 до 1,89 кГц,  $n = 153$ ). Минимальная основная частота ( $0,29 \pm 0,05$  кГц, от 0,23 до 0,40 кГц,  $n = 13$ ) и длительность ( $3,07 \pm 0,52$  с, от 2,09 до 4,63 с,  $n = 54$ ) была измерена только в звуках хорошего качества.

Гонные ревы маралов Хакасии были сходными по акустической структуре с ревами маралов Алтая и вапити Северной Америки, которые во вре-

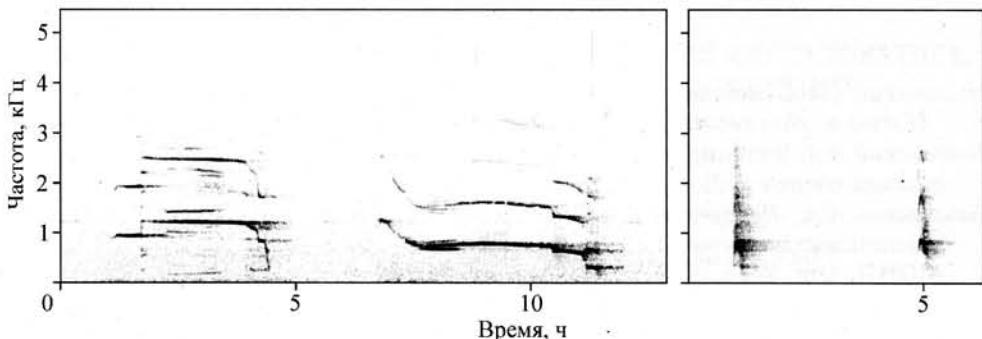


Рис. 3. Спектрограммы двух гонных ревов самцов марала, записанных с помощью сонгметров (слева), и двух тревожных лаев самки марала (справа), заметившей наблюдателей.

мя гона также издают преимущественно одиночные высокочастотные длительные крики. Так, длительность ревов алтайского марала обычно составляет более 2–3 с, а максимальная основная частота достигает 1,50 кГц [Никольский и др., 1979; Никольский, 2011]. Основная частота гонных ревов канадских вапити составляет более 2 кГц, а длительность – 2,4–2,9 с [Struhsaker, 1968; Feighny et al., 2006]. Максимальная основная частота гонных ревов вапити Рузвельта выше 1,5 кГц, что несколько ниже, чем у канадского вапити и примерно соответствует частоте ревов маралов [Bowyer, Kitchen, 1987].

Тревожные лаи самки (см. рис. 3) имели более низкую максимальную ( $0,93 \pm 0,08$  кГц,  $n = 12$ ) и более высокую минимальную основную частоту ( $0,34 \pm 0,06$  кГц,  $n=10$ ) по сравнению с гонными ревами самцов (Манн – Уитни тест,  $U = 200$ ,  $Z = 4,50$ ,  $p < 0,001$  и  $U = 28$ ,  $Z = 2,29$ ,  $p < 0,05$  соответственно). Длительность лаев самки была в 15 раз короче гонных ревов самцов и составляла всего  $0,20 \pm 0,03$  с ( $U = 0$ ,  $Z = 5,39$ ,  $p < 0,001$ ). Тревожные лаи самок канадского вапити также имеют высокую частоту и короткую длительность в 0,25 с [Struhsaker, 1968], тогда как самки шотландского подвида издают лаи сходной длительности (0,22 с), но с гораздо более низкой основной частотой 0,15 кГц [Long et al., 1998]. Причем, в отличие от нашего исследования, для вапити Рузвельта тревожные крики самок были отмечены только вне периода гона [Bowyer, Kitchen, 1987].

Мы не смогли непосредственно оценить максимальную дистанцию проникновения гонных ревов маралов в горной тайге Хакасии. Однако со-поставление субъективной слышимости ревов, зарегистрированных наблюдателями, и точек записей тех же звуков на сонгметры позволило оценить максимальную дистанцию слышимости гонных ревов человеком в этом ландшафте в 1,5–2 км. Спектрограммы записей деградированных ревов содержали только участки плато в области максимума основной частоты.

Мы выражаем искреннюю благодарность за помошь в проведении исследований сотрудникам Государственного природного заповедника «Хакасский» и особенно инспектору Ю.П. Семенову за имитацию гонных ревов, техническое обеспечение и помошь при сборе данных. Исследование было поддержано РФФИ (грант 12-04-00260а).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Никольский А.А. Основные модификации брачных криков самцов бухарского оленя (*Cervus elaphus bactrianus*) // Зоол. журн. – 1975. – Т. 54, № 12. – С. 1897–1900.
- Никольский А.А. Влияние амплитудной модуляции на структуру спектра звукового сигнала оленей // Докл. Академии наук. – 2011. – Т. 437, № 3. – С. 426–429.
- Никольский А.А., Переладова О.Б., Рутовская М.В., Формозов Н.А. Географическая изменчивость признаков брачного крика самцов настоящих оленей // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1979. – Т. 84, вып. 6. – С. 46–55.
- Переладова О.Б. Пространственно-временная динамика рева кавказского и бухарского оленей // Экология, структура популяций и внутривидовые коммуникативные процессы у млекопитающих. – М.: Наука, 1981. – С. 182–244.
- Федосенко А.К. Марал (экология, поведение, хозяйственное значение). – Алма-Ата: Наука, 1980. – 200 с.

- Штартов Ю.Ф.* Результаты акклиматизации марала в Мордовской АССР // Тр. Мордов. гос. заповедника им. П.Г. Смидовича. — Саранск. — 1970. — Вып. 5. — С. 137—170.
- Bowyer R.T., Kitchen D.W.* Sex and age-class differences in vocalizations of Roosevelt elk during rut // American Midland Naturalist. — 1987. — Vol. 118. — P. 225—235.
- Feighny J.J., Williamson K.E., Clarke J.A.* North American elk bugle vocalizations: male and female bugle call structure and context // J. of Mammalogy. — 2006. — Vol. 87. — P. 1072—1077.
- Frey R., Volodin I., Volodina E., Carranza J., Torres-Porras J.* Vocal anatomy, tongue protrusion behaviour and the acoustics of rutting roars in free-ranging Iberian red deer stags (*Cervus elaphus hispanicus*) // J. of Anatomy. — 2012. — Vol. 220. — P. 271—292.
- Geist V.* Deer of the world: their evolution, behavior and ecology. — Mechanicsburg, Pennsylvania: Stackpole Books, 1998. — 326 p.
- Kidjo N., Cargnelutti B., Charlton B.D., Wilson C., Reby D.* Vocal behaviour in the endangered Corsican deer: description and phylogenetic implications // Bioacoustics. — 2008. — Vol. 18. — P. 159—181.
- Long A.M., Moore N.P., Hayden T.J.* Vocalizations in red deer (*Cervus elaphus*), sika deer (*Cervus nippon*), and red × sika hybrids // J. of Zoology. — 1998. — Vol. 224. — P. 123—134.
- Ludt C.J., Schroeder W., Rottmann O., Kuehn R.* Mitochondrial DNA phylogeography of red deer (*Cervus elaphus*) // Molecular Phylogenetics and Evolution. — 2004. — Vol. 31. — P. 1064—1083.
- Mahmut H., Masuda R., Onuma M., Takahashi M., Nagata J., Suzuki M., Ohtaishi N.* Molecular phylogeography of the red deer (*Cervus elaphus*) populations in Xinjiang of China: Comparison with other Asian, European, and North American populations // Zoological Science. — 2002. — Vol. 19. — P. 485—495.
- Reby D., McComb K.* Anatomical constraints generate honesty: acoustic cues to age and weight in the roars of red deer stags // Animal Behaviour. — 2003. — Vol. 65. — P. 519—530.
- Struhsaker T.T.* The behavior of the elk (*Cervus canadensis*) during the rut // Zeitschrift für Tierpsychologie. — 1968. — Vol. 24. — P. 80—114.
- Volodin I., Volodina E., Frey R., Carranza J., Torres-Porras J.* Spectrographic analysis points to source-filter coupling in rutting roars of Iberian red deer // Acta Ethologica. — 2013. — Vol. 16. — P. 57—63.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОТОЛОВУШЕК В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ КОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ

И.Л. МАЙМАНАКОВА

*Государственный природный заповедник «Хакасский»*

Существует множество методов учета животных: маршрутный относительный по следам на пробных площадках, окладом (поквартальный учет), прогоном, учет мигрирующих популяций копытных на путях миграций, а также в местах, привлекающих значительное количество животных. По большей