

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ АМУРСКОГО ГОРАЛА (*NAEMORHEDUS CAUDATUS*: BOVIDAE) В СИХОТЭ-АЛИНСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ С ПОМОЩЬЮ ФОТОЛОВУШЕК

О. Ю. Заумыслова, С. Н. Бондарчук

Сихотэ-Алинский государственный заповедник, Россия
e-mail: olgazaum@mail.ru, bonsal@mail.ru

Поступила в редакцию: 30.03.2017

Амурский (длиннохвостый) горал (*Naemorhedus caudatus*) – редкий вид горного копытного животного с мозаичным ареалом. В Сихотэ-Алинском заповеднике горал находится на северной границе своего распространения, и основная часть популяции сосредоточена на прибрежном участке в урочище Абрек. В начале XX в. горал заселил еще один небольшой участок побережья в 20 км южнее урочища Абрек. В настоящее время общая площадь участков обитания вида составляет всего 7.1 км². Цель настоящего исследования заключалась в оценке численности, плотности населения и ряда демографических параметров популяции горала, а также в оценке эффективности фотоучетов – нового подхода к изучению и мониторингу этого редкого вида. Учетные работы в урочище Абрек проводились в октябре 2014 г. – январе 2015 г. (1401 фотоловушко-суток), на втором участке – в те же сроки в течение трех сезонов подряд (2014–2017 гг., 1326 фотоловушко-суток). Оценка численности и годовой выживаемости горала проводилась с помощью стохастических моделей «отлов – повторный отлов», представленных в компьютерной программе MARK. Средняя плотность населения горала в урочище Абрек для эффективной площади учета в 4 км² (63% площади этого участка обитания) составила 15.4 особей/км² (CI 95% = 14.6–18.2 особей/км²), на втором участке (0.7 км²), полностью охваченного учетом – 21.0 особей/км² (CI 95% = 20.1–28.6 особей/км²). Общая численность горала в заповеднике осталась, по-видимому, на уровне конца 1980-х гг. и в настоящее время составляет порядка 110–140 особей. По предварительным данным общая годовая выживаемость составляла в первый год 0.73 (CI 95% = 0.41–0.91), а к концу второго года 0.72 (CI 95% = 0.31–0.93). Самки преобладали в популяции, и соотношение полов у взрослых животных составляло 1:1.5. Показатель плодовитости был равен 0.61. По сравнению с данными, полученными в конце 1970-х гг., в настоящее время половозрастной состав популяции несколько изменился, а темп воспроизводства снизился. Применение фотоловушек существенно улучшает качество мониторинга популяции горала. Однако фотомониторинг является достаточно дорогостоящим и трудоемким процессом, поэтому его целесообразно проводить в наиболее важных для сохранения этого редкого вида местообитаниях.

Ключевые слова: *Naemorhedus caudatus*, длиннохвостый горал, плотность населения, половозрастной состав, фотоловушки, фотомониторинг, фотоучет, численность

Введение

Амурский (длиннохвостый) горал (*Naemorhedus caudatus* Milne-Edwards, 1867) – редкий вид горного копытного животного с узким, мозаичным ареалом, распространенный в северо-восточном Китае, Корее и на Российском Дальнем Востоке. Горал занесен в Красный список МСОП (Duckworth et al., 2008), Красную книгу Российской Федерации (2008), Приложение I конвенции СИТЕС (1975 г.). Основная численность вида сосредоточена на морском побережье в пределах горной системы Сихотэ-Алинь (Бромлей, 1977; Бромлей, Кучеренко, 1983; Волошина, Нестеров, 1992). Самые крупные локальные популяции горала находятся в Сихотэ-Алинском и Лазовском заповедниках. По весьма приблизительным оценкам общая численность горала в Приморье составляет 700–900 особей. Главный лимитирующий фактор – это ограни-

ченность скалистых местообитаний, пригодных для обитания горала, а также обильный снежный покров и браконьерский отстрел этих животных (Красная книга Приморского края, 2008).

В Сихотэ-Алинском заповеднике горал находится на северной границе своего распространения, и основная часть популяции сосредоточена на небольшом прибрежном участке урочища Абрек. По данным учетов, проводившихся здесь в конце XX в., численность горала оценивалась в 100–150 особей (Мысленков, Волошина, 1989). В настоящее время в заповеднике существует еще одна небольшая, достаточно изолированная группировка, заселившая в начале 2000-х гг. скальные массивы побережья, расположенные на 20 км южнее урочища Абрек (Летопись природы..., 2000–2008).

Исследования, направленные на оценку численности популяций, являются главной ча-

стью системы мониторинга и программ по сохранению редких и исчезающих видов животных. Однако оценка размера их популяций часто представляет серьезную проблему (Gaillard et al., 2003), и горные копытные не являются исключением (Singh & Milner-Gulland, 2011). Достоверные данные о численности горала в разных частях ареала отсутствуют. Большая часть учетов в горной местности основана на визуальных подсчетах животных или использовании индексов обилия, позволяющих выявлять тренды в локальных популяциях (Oli, 1994; Mishra et al., 2004; Lovari et al., 2009; Suryawanshi et al., 2010). Однако эти методы не позволяют проводить статистически обоснованные сравнения полученных показателей во времени и пространстве. В течение 1979–1994 гг. в Сихотэ-Алинском заповеднике также проводились ежегодные визуальные учеты горала одновременно с морского катера и наземных наблюдательных пунктов. Учет проводился в зимне-весенний период, когда большая часть горалов находилась на открытых скально-луговых участках. На результаты учета сильно влияла высота снежного покрова, определяющая распределение горалов и количество наблюдателей, проводивших наземный учет. Эффективная площадь учета при этом не определялась, и оценки общей численности были весьма субъективны. Поскольку после 1994 г. учетные работы перестали проводиться, оценка современного уровня численности и других параметров популяции горала в заповеднике крайне необходимы.

Использование цифровых фотоловушек становится все более популярным в экологических исследованиях (Long et al., 2008). Метод «отлов – мечение – повторный отлов» (Capture Recapture; далее – CR) получил широкое распространение в популяционных исследованиях и имеет хорошую статистическую базу (Otis et al., 1978; Karanth & Nichols, 2002). Метод фотографического CR, основанный на идентификации особи по естественным «меткам» (особенностям окраски и морфологии), изначально использовался для оценки размера популяции тигра *Panthera tigris* ssp. *tigris* (Linnaeus, 1758) (Karanth, 1995), затем его стали применять в популяционных исследованиях самых разных видов животных (например, Gormley et al., 2005; Gilkinson et al., 2007; Goswami et al., 2011), в том числе и копытных (Foster et al., 2007; Merkle & Fortin, 2014; Sandfort, 2015).

В исследовании, посвященном экологии и поведению горалов, уже использовались морфологические особенности их рогов для индивидуального распознавания особей, за которыми велись продолжительные наблюдения (Мысленков, Волошина, 1989). В 2013–2014 гг. мы провели пилотное исследование, основной целью которого являлась проверка возможности индивидуальной фотототификации, и показали принципиальную возможность проведения фотоучета горала методом CR (Zaumyslova & Bondarchuk, 2015). Возможность точно определять половую и возрастную принадлежность особи по фотографиям относится к несомненным достоинствам этого метода, позволяя получать данные по структуре популяции.

Целью настоящего исследования являлась оценка численности, плотности населения и ряда демографических параметров популяции горала в Сихотэ-Алинском заповеднике, а также оценка эффективности фотоучетов – нового подхода к изучению и мониторингу этого редкого вида.

Район исследования

Исследование проводилось в Сихотэ-Алинском государственном природном биосферном заповеднике (Приморский край, Россия: 45°02'–45°09' N и 136°41'–136°46' E). Основной участок обитания горалов находится на скалистых юго-восточных склонах урочища Абрек (участок №1). Это небольшой по площади участок (6.4 км²), вытянутый вдоль морского побережья на 16 км. Его естественными границами служат водораздельный хребет и равнинные участки в устьях рек Серебрянка и Русская (рис. 1). Крутые склоны хребта в верхней части покрыты ксероморфными дубняками из дуба монгольского, приморскими кедровниками с дубом и горными лиственничниками. Дубняки чередуются с пятнами каменистых россыпей и выходами скальных горных пород. В средней части склонов дубняки представлены криволесьем. Далее прибрежная полоса – от берега моря до границы с дубняками (до 300 м н.у.м.) – представляет собой мозаику вертикально расчлененных склонов различной крутизны. На высоте 100–150 м н.у.м. склоны обрываются к морю отвесными скалами и покрыты разнотравно-мелкотравной степной растительностью.

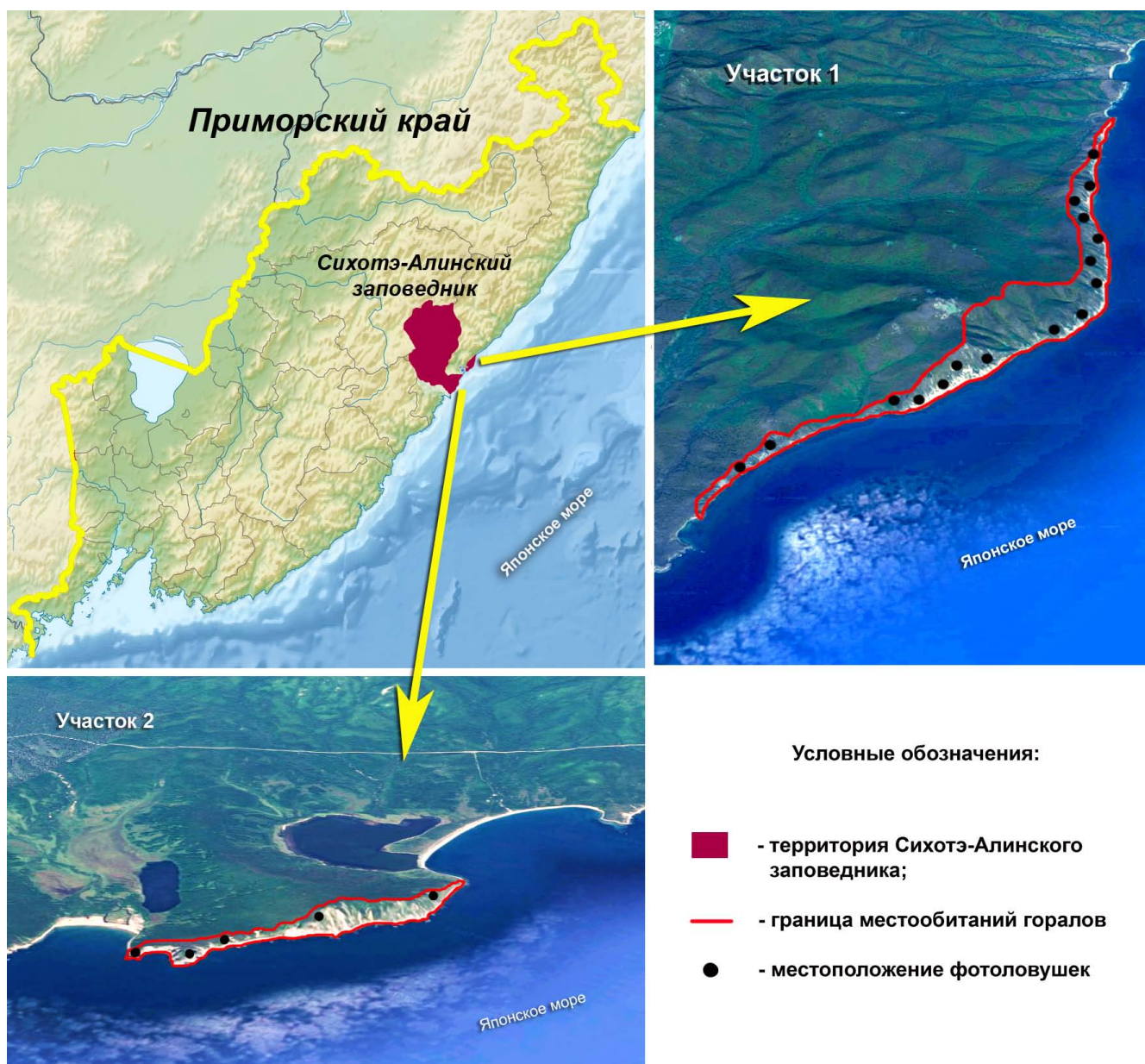


Рис. 1. Места обитания горала в Сихотэ-Алинском заповеднике и местоположение фотоловушек.

Fig. 1. Habitats of the Long-tailed goral in the Sikhote-Alin Reserve and camera trap locations.

Второй участок, который горалы заселили в начале XXI в., расположен в 20 км южнее основного участка. Его площадь составляет 0.7 км² и охватывает юго-восточные морские склоны от бухты Удобная до бухты Голубичная (рис. 1). Растительный покров представлен ксероморфными дубняками. Крутые склоны, обращенные к морю, покрыты древесно-кустарниковыми зарослями с преобладанием дуба монгольского и участием берез даурской и плосколистной. Однако качество этого местообитания по своим защитным условиям хуже, поскольку высота хребта не превышает 100–200 м. Здесь намного меньше лесистых склонов и скально-луговых участков, предпочитаемых горалами.

Методы

Для индивидуальной идентификации горалов использовались их рога, которые различаются формой, размером, количеством и рисунком роговых колец (Мысленков, Волошина, 1989; Zaumyslova & Bondarchuk, 2015). Проводилось сравнение правосторонних, левосторонних и фронтальных изображений. Детеныши в течение первого года жизни всегда сопровождают самку, и их различали, прежде всего, по характерным особенностям рогов матери. У некоторых животных отмечались «особые приметы» (рваные уши, отсутствие одного рога). Такие дополнительные признаки, как окраска тела, головы, длина и форма хвоста, также помогли идентифицировать особь. Характерные

особенности рогов у взрослых животных не изменяются в течение достаточно больших промежутков времени (пока мы можем говорить об интервалах в 1–3 года, в течение которых отслеживались некоторые особи). У годовалых горалов рога покрыты ювенильным роговым чехлом, а к двум годам они очищаются и по-

являются кольца. Рога развиваются достаточно быстро, и если в течение короткого периода учета индивидуальное распознавание годовалых особей особых проблем не вызывает, то чтобы отследить особь в течение более длительного периода, нужны практически непрерывные наблюдения (рис. 2).



Рис. 2. Примеры повторных встреч с идентифицированными особями горала: (а) самец М2–2, 14 октября 2013 г.; (б) тот же самец 5 ноября 2014 г.; (с) самка F28–2, 18 октября 2014 г.; (д) та же самка 10 ноября 2015 г.; (е) годовалый самец Y8–3, 2 ноября 2014 г.; (ф) та же особь 24 октября 2015 г.

Fig. 2. Examples of goral individuals recaptures: (a) adult male M2-2, 14 October 2013; (b) the same male, 05 November 2014; (c) adult female F28-2, 18 October 2014; (d) the same female, 10 November 2015; (e) yearling male Y8-3, 02 November 2014; (f) the same animal, 24 October 2015.

Фотоловушки (Bushnell Trophy Cam HD) устанавливались на зверовых тропах преимущественно в нижней половине лесистой части морских склонов максимально близко к скалам. Они крепились к стволу деревьев на высоте 1.0–1.5 м и направлялись на так называемые «туалеты» – места, регулярно посещаемые всеми членами семейной группы, обитающей на данном участке. Здесь горал обычно останавливается и тщательно обследует запаховые метки других особей, что дает возможность получить серию фотографий с разных ракурсов. Камеры устанавливались на расстоянии 1.5–2.0 м от этой зоны активности для того, чтобы получить максимально четкие изображения животных, пригодные для их идентификации.

Определение пола и возраста горалов проводилось в соответствии с методическими указаниями, приведенными в монографии «Экология и поведение амурского горала» (Мысленков, Волошина, 1989).

На участке №1 (урочище Абрек) было установлено 17 фотоловушек, на участке №2 (бухта Удобная – бухта Голубичная) – пять фотоловушек на расстоянии 400–900 м друг от друга (рис. 1). Границы исследуемых участков фактически совпадали с естественными границами местобитаний горала на территории заповедника. За их пределами эпизодически отмечались только молодые расселяющиеся особи, но самок с детенышами, которые являются признаком постоянного места обитания, мы не отмечали.

На участке №1 был проведен один учет в период с 24 октября 2014 г. по 15 января 2015 г., а на участке №2 – три учета (2014–2017 гг.) примерно в те же сроки (табл. 1). В это время частота фотоотловов максимальна в связи с повышением активности животных в период гона, разгар которого приходится на ноябрь (Заумыслова, 2015). Летом во время отела самки с детенышами предпочитают труднодоступные скалы и ущелья и менее мобильны, чем взрослые самцы и молодые животные. Начало учета осенью дает возможность регистрировать подросших сеголетков, которые повсюду следуют за самками.

При составлении истории фотоотловов за один фотоотлов принимался факт регистрации идентифицированной особи в течение суток (независимо от того сколько раз эта особь отмечалась в данный период). Суммарная кривая фотоотловов показывает, что регистрация новых особей фактически прекращается через 2.5 месяца после начала наблюдений (рис. 3). Поэтому продолжительность учета в 80–95 дней вполне достаточна для отлова большей части особей, обитающих на данном участке.

Вне учетного периода на участке №2 в течение двух лет практически непрерывно работали 2 фотоловушки для наблюдения за членами этой небольшой группировки, что давало возможность фиксировать изменения облика молодых особей.

Таблица 1. Результаты полевых работ по фотоучету горала в Сихотэ-Алинском заповеднике в 2014–2017 гг.

Table 1. Summary of Long-tailed goral camera trap survey results in the Sikhote-Alin Reserve in 2014–2017

Показатели (Parameter)	Участок 1 (Абрек) (Plot 1)	Участок 2 (Удобная – Голубичная) (Plot 2)		
		Сессия 1 (Session 1)	Сессия 2 (Session 2)	Сессия 3 (Session 3)
Период фотоучета (Sampling period)	24.10.2014– 15.01.2015	15.10.2014– 10.01.2015	11.10.2015– 6.01.2016	16.10.2016– 9.01.2017
Количество фотоловушек (Number of camera traps)	17	5	5	5
Количество фотоловушко-суток (Trap-days)	1401	435	428	463
Количество фотоотловов горала (Total number of goral photo captures)	283	146	151	127
Количество идентифицированных особей горала (Number of individuals)	58	15	16	13
Количество отловов на 100 ловушко-суток (Capture number per 100 trap-days)	20.2	33.6	35.3	27.4
Частота отлова (среднее количество дней между отловами) (Capture frequency)	5.1	3.5	3.2	4.8

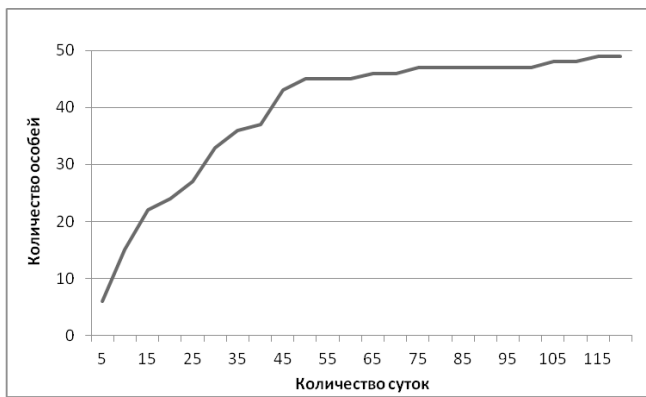


Рис. 3. Кумулятивная кривая фотоотловов, отражающая зависимость общего количества идентифицированных особей горала от продолжительности учета (данные пилотного исследования 2013–2014 гг.).

Fig. 3. Generalised accumulation curve of the mean total number of individuals identified over the duration of the goral pilot study in 2013–2014.

Оценка численности и годовой выживаемости горала проводилась с помощью стохастических моделей, представленных в наиболее универсальной и комплексной компьютерной программе MARK (White & Burnham, 1999; Cooch & White, 2005). Для определения эффективной площади учета использовалась ГИС ArcView 3.2. Для средних значений приводятся границы их 95% доверительного интервала (Confidence intervals, CI 95%).

Результаты

В 2014–2015 гг. общее количество фотоотловов горала на участке №1 составило 283, а на участке №2 – 146. Относительное количество фотоотловов для участка №1 составило 20.2 на 100 фотоловушко-суток, для участка №2 – 33.6. В последующие сезоны значение этого показателя для участка №2 существенно не изменилось (табл. 1).

По результатам учета 2014–2015 гг. на участке №1 было идентифицировано 58 особей, а на участке №2 – 15 особей. В учетах 2015–2016 и 2016–2017 гг. на участке №2 было идентифицировано 16 и 13 особей соответственно. Общих особей для этих участков обитания горалов, находящихся на расстоянии 20 км друг от друга, отмечено не было. В среднем каждая особь фотографировалась 4.8 ± 0.7 раз (CI 95%). Доминирующие самцы, активно патрулирующие территорию, отмечались чаще других членов семейной группы – 9.6 ± 1.7 раз

Среди разнообразных моделей, построенных для оценки численности закрытых

популяций и представленных в программе MARK, полученные нами данные лучше всего описывали модели Хаггинса (Huggins, 1989, 1991). По статистическим критериям для участка №1 наиболее адекватной была модель Хаггинса для закрытых популяций со случайным эффектом и одинаковой вероятностью первого и последующих отловов $\{N, p(r) = c(r)\}$ (минимальное значение информационного критерия Акаике, табл. 2). В ней вводится дополнительный параметр, моделирующий индивидуальную гетерогенность вероятности отлова (σ). Предполагается, что каждое животное имеет собственное случайное отклонение от среднего значения для всей популяции (McClintock & White, 2009; McClintock et al., 2009). Базовая модель с одинаковой вероятностью отлова и повторного отлова $\{N, p(\cdot) = c(\cdot)\}$ описывала данные хуже. Среднее значение численности горала на участке №1 (Абрек) по оценке лучшей модели составило 61.7 особей (CI 95% = 58.4–72.6; табл. 3).

Учеты на участке №2 проводились в течение трех сезонов (3 сессии фотоотловов), и для этого типа данных мы использовали модель RD (robust design), которая является комбинацией широко распространенной модели Кормак-Джолли-Зебера (CJS) и моделей для закрытых популяций (Kendall & Nichols, 1995; Kendall et al., 1997). Хорошо известно, что изменение размера любой популяции во времени является функцией рождения, гибели, иммиграции и эмиграции. Помимо оценки численности, модели RD разной степени сложности дают возможность оценивать эти параметры и являются наиболее реалистичными. Модель $\{N, S, RD p(r) = c(r)\}$ (табл. 2) лучше всего описывала полученные данные, и включала в себя оценки модели Хаггинса для закрытых популяций со случайным эффектом, одинаковой вероятностью отлова и повторного отлова в каждой сессии и фиксированным значением для эмиграции, $\gamma'' = 0$. Среднее значение численности горала для участка №2 в первый год наблюдений составило 14.8 особей (CI 95% = 14.1–20.1), во второй – 14.7 особей (CI 95% = 14.1–19.7), в третий – 14.7 особей (CI 95% = 14.1–20.1), и фактически эти оценки полностью совпали (табл. 3).

По оценкам модели RD общая годовая выживаемость на участке №2 составляла в первый год 0.73 (CI 95% = 0.41–0.91), а к кон-

цу второго года – 0.72 (CI 95% = 0.32–0.93), что указывает на достаточно низкий уровень смертности в данной группировке горала (табл. 3). Очевидно, что среди разных половозрастных классов уровень выживаемости различный. В силу малого размера выборки (было идентифицировано в общей сложности 18 разных особей за два года наблюдений, проводившихся не только в период учета) мы пока не можем использовать моделирование для корректных оценок выживаемости и тем

более исследовать такие сложные процессы, как иммиграция и эмиграция, поэтому полученные данные предварительны. О низком уровне смертности среди взрослых животных, свидетельствуют данные наблюдений за семью особями в урочище Абрек. Так, в течение трех лет (2013–2016 гг.) мы отслеживали четырех взрослых (доминирующих) самцов и трех взрослых самок из разных семейных групп, и только одна самка исчезла к концу второго года наблюдений.

Таблица 2. Сравнение моделей для оценки численности (N), выживаемости (S) и вероятности отлова горала для двух участков обитания в Сихотэ-Алинском заповеднике. Пояснения приведены в тексте

Table 2. Comparison of the models developed for estimating of Long-tailed goral abundance (N) and annual survival (S) in the Sikhote-Alin Reserve

№ участка (plot number)	Модель (Model)	AICc	Δ AICc	Вес AICc (model weight)	Количество параметров (Number of parameters)	Отклонение (Deviation)
1	N, p(r) = c(r)	1415.7987	0.0000	0.99498	2	1326.2599
1	N, p(.) = c(.)	1426.3785	10.5798	0.00502	1	1338.8417
2	N, S, RD p(r) = c(r)	954.2167	0.0000	1.0000	4	942.0174
2	N, S, RD p(.) = c(.)	979.4776	25.2609	0.0000	3	969.4057

Примечание: AICc – значение информационного критерия Акаике, скорректированного для малой выборки; Δ AICc – отклонение AICc от лучшей модели; p – вероятность отлова; c – вероятность повторного отлова; (.) – параметр постоянный; (r) – случайный эффект.

Designations: AICc – Akaike Information Criterion with a correction for small sample size; Δ AICc – deviation of AICc from the best model; p – capture probability; c – recapture probability; (.) – parameter is constant; (r) – random effect.

Таблица 3. Оценка численности и выживаемости горала на двух участках обитания в Сихотэ-Алинском заповеднике в 2014–2017 гг.

Table 3. Estimates of Long-tailed goral abundance and annual survival from the best-fitting models in the Sikhote-Alin Reserve in 2014–2017

Параметр (Parameter)	Оценка (Estimate)	SE	Нижний 95% доверительный интервал (Low 95% CI)	Верхний 95% доверительный интервал (Upper 95% CI)
Участок №1				
1: sigmap	0.5762476	0.1471418	0.3521099	0.9430614
2:p	0.0347093	0.0054694	0.0254471	0.0471795
3:N	61.678389	3.1647961	58.404703	72.581460
Участок №2				
1:S	0.728373	0.1344824	0.414378	0.910411
2:S	0.714469	0.1762136	0.315222	0.931515
3:p	0.066416	0.0081530	0.052113	0.084295
4:p	0.051927	0.0163769	0.027744	0.095127
5:p	0.071174	0.0083001	0.056525	0.089259
6:N	14.745846	1.0931298	14.091432	20.084162
7:N	14.654198	1.0146576	14.074718	19.727883
8:N	14.714351	1.0614328	14.088340	20.067298

Примечание: sigmap, p – вероятности отлова (capture probability), N – численность (abundance), S – вероятность выживания за год (annual survival). Пояснения приведены в тексте, SE – стандартная ошибка (standard error).

Для оценки плотности населения горала мы определяли эффективную площадь учета, используя половину усредненной максимальной дистанции перемещения по результатам повторных отловов особей в течение всего периода исследований (Karanth & Nichols, 2002; Silver, 2004). Эта дистанция в среднем составила 892 м (CI 95% = 729–1055, $n = 21$). Вокруг каждой фотоловушки строился круговой буфер радиусом 446 м и с учетом того, что водораздельный хребет служит естественной границей участка обитания горала, определялась площадь полигона (площадь обследования). Исходя из этих предпосылок, эффективная площадь учета в урочище Абрек (участок №1) составила 4.0 км² (63% площади всего участка обитания), а средняя плотность населения горала – 15.4 особей/км² (CI 95% = 14.6–18.2). Участок №2 был полностью охвачен фотоучетом (0.7 км²), а средние значения плотности населения, полученные в результате трех последовательных сессий, составили 21.1 особей/км² (CI 95% = 20.1–28.7), 20.9 особей/км² (CI 95% = 20.1–28.2), 21.0 особей/км² (CI 95% = 20.1–28.7). Таким образом, плотность населения горала на этом участке выше, чем в основном местообитании в урочище Абрек.

Экстраполируя полученные значения плотности на всю площадь пригодных для вида местообитаний, можно оценить общую численность горала в урочище Абрек в 99 особей (CI 95% = 93–117). Учитывая оценку средней численности на участке №2 (Удобная – Голубичная) в 15 особей (CI 95% = 14–20, табл. 3), общая численность горала в заповеднике составляет 114 особей (CI 95% = 107–137).

Фотографии дают возможность точно определить пол и возраст горала и отнести его к одному из 6 выделенных классов. Половозрастная структура популяции горала по данным фотоучетов (74 особи) представлена в табл. 4.

Соотношение полов у взрослых животных составляло 1:1.5 в пользу самок. На одну самку в среднем приходилось 0.61 сеголетков и 0.39 годовалых особей.

Обсуждение

Метод фотоучета, адаптированный для горала и используемый в Сихотэ-Алинском заповеднике впервые, дал, на наш взгляд, вполне реалистичные оценки численности и плотности населения этого вида. По данным визуальных учетов, проводившихся в 1980-х гг., численность горала достигла максимума в 1983

г. и составляла порядка 150 особей, затем она снизилась до 120 особей (Мысленков, Волошина, 1989). Полученная в ходе наших работ оценка в 114 особей (107–137 особей) близка к этим значениям, и поэтому можно полагать, что общая численность горала в заповеднике существенно не изменилась. Однако, из-за сложного скалистого рельефа количества фотоловушек, которыми мы располагали, оказалось недостаточно, чтобы охватить всю площадь основного участка обитания горала в урочище Абрек и провести более качественный учет (для этого требуется 25–30 камер). Оценки численности и плотности населения с использованием модели «отлов – повторный отлов» статистически обоснованы, что является неоспоримым преимуществом этого подхода, который может применяться не только в фотоучетах, но и в визуальных учетах горных копытных двумя наблюдателями (Suryawanshi et al., 2012).

По результатам проведенных фотоучетов, средняя плотность населения горала в урочище Абрек достаточно высокая (15.4 особей/км²), однако, она ниже, чем на втором участке обитания (21.0 особей/км²). Эти участки разделяют долины, бухты и невысокие скалы, которые препятствуют расселению молодых животных из основного местообитания, хотя и не являются непреодолимой преградой. Так, за последние три года дважды поступали сообщения от рыбаков, наблюдавших как горал переплывал устье реки Серебрянка и двигался со стороны урочища Абрек в южном направлении.

История второй группировки может служить типичным примером нестабильности существования маленьких группировок горала, обитающих на небольших по площади скальных массивах с плохими защитными условиями. Так, в литературе приводятся сведения о 5–6 особях, обитавших в районе бухты Голубичная, и о встречах с горалом в районе г. Бакланья в 1940-х гг. (Бромлей, 1977; Бромлей, Кучеренко, 1983). Впоследствии эта группировка исчезла, и только спустя 60 лет горалы вновь заселили морские склоны между бухтами Голубичная и Удобная. До 1968 г. этот участок не входил в состав заповедника, и вокруг велась интенсивная хозяйственная деятельность. Не вызывает сомнения, что заповедный режим способствовал повторному заселению горалами этой территории. В настоящее время здесь постоянно обитает порядка 15–20 особей. Практически непре-

рывные наблюдения в течение последних двух лет свидетельствуют о достаточно низком уровне смертности в данной группировке (общая годовая выживаемость составляет 72–73%).

С помощью фотоловушек можно точно определять половозрастную принадлежность горала и оценивать такие важнейшие параметры популяции, как половая и возрастная структуры. Настоящее исследование показало, что самки преобладают в популяции и соотношение полов у взрослых животных составляет 1:1.5. Среднее количество сеголетков, приходящихся на одну самку (показатель плодовитости), равно 0.61, а годовалых особей – 0.39, что указывает на достаточно высокую смертность детенышей в течение первого года жизни. Эти результаты можно сравнить только с опубликованными данными по горалу за 1974–1976 гг. (Мысленков, Волошина, 1989). В этот период отмечался рост общей численности горала в урочище Абрек, и самки значительно преобладали в популяции. Соотношение полов у взрослых животных составляло 1:2.3. Количество сеголетков, приходящихся на одну самку, равнялось 0.84, годовалых – 0.58. Судя по всему, в настоящее время половозрастной состав популяции горала несколько изменился, а темп воспроизводства снизился. Вариации различных демографических параметров могут по-разному влиять на динамику популяции, и для анализа этого сложного процесса нужны данные многолетних наблюдений.

Маленькие и достаточно изолированные группировки – характерная особенность длиннохвостого горала на всем ареале, что связано

с мозаичностью и малой площадью пригодных для этого вида мест обитания (Волошина, Нестеров, 1992; Yang, 2002). В силу особой уязвимости малых популяций, антропогенные и климатические факторы могут оказывать на них сильное негативное воздействие и подрывать их жизнеспособность. Анализ жизнеспособности популяции длиннохвостого горала был проведен в Южной Корее. Моделирование риска вымирания популяции, ее размера и генетического разнообразия показало, что минимальная жизнеспособная популяция горала должна насчитывать, по крайней мере, 50 особей в течение 100 лет. Однако, как отмечают авторы этого исследования, для более обоснованных выводов требуется больше реальных данных по демографии и характеристикам среды обитания горала (Kim et al., 2016).

Сокращение численности горала, связанное, прежде всего с утратой местообитаний, происходит в Южной Корее (Yang, 2002; Choi & Park, 2005) и Пакистане (Anwar & Chapman, 2000). Как обстоят дела с длиннохвостым горалом в России – не известно. Проводить учеты горала крайне трудно, и весьма приблизительные оценки численности этого редкого вида, которые приводятся в Красной книге, давались еще в 1980-х гг. Наименее исследованы небольшие континентальные группировки горалов, обитающих в труднодоступных местах вдали от побережья. Учетные работы с использованием фотоловушек могут дать объективные оценки численности в самых разных местообитаниях этого вида.

Таблица 4. Структура популяции горала в Сихотэ-Алинском заповеднике по данным фотоучетов 2014–2017 гг.

Table 4. Sex age structure of Long-tailed goral population in the Sikhote-Alin Reserve in 2014–2017 based on the photo survey results

Половозрастные классы (Category)	Количество особей (Number of individuals)	Процентное соотношение (Percentage)
Взрослые самцы (Adult males)	15	19.7
Взрослые самки (Adult females)	23	30.3
Молодые (до 3-х лет) самцы (Young (up to 3-year) males)	7	9.2
Молодые (до 3-х лет) самки (Young (up to 3-year) females)	8	10.5
Годовалые особи (Yearlings)	9	11.8
Сеголетки (Juveniles)	14	18.4
Всего (Total)	76	100

Несомненным достоинством фотоучетов является возможность наблюдать за средой обитания горала, отслеживая относительное обилие хищников и потенциальных видов-конкурентов, которым может являться пятнистый олень (*Cervus nippon* Temminck, 1838). Наконец, как показывает опыт предыдущего исследования, фотоловушки повышают эффективность охраны, выявляя случаи нарушения заповедного режима (Zaumyslova & Bondarchuk, 2015).

Заключение

Учеты численности горала в Сихотэ-Алинском заповеднике не проводились более 20 лет. В этом исследовании был впервые проведен фотоучет с использованием метода фотоидентификации и получены статистически обоснованные оценки численности и плотности населения горала, а также данные по половозрастному составу популяции и годовой выживаемости.

Метод фотоидентификации может служить хорошей альтернативой традиционным визуальным учетам горных копытных. Однако, проведение фотоучета даже на небольших по площади участках обитания горала в условиях сложного скалистого рельефа, достаточно дорогостоящий и трудоемкий процесс. Поэтому фотомониторинг этого редкого вида целесообразно проводить только в наиболее важных для его сохранения местах.

Благодарности

Авторы выражают глубокую благодарность директору Сихотэ-Алинского государственного заповедника Д.Ю. Горшкову и заместителю директора по научной работе С.В. Сутыриной за постоянную помощь и поддержку в организации научных исследований. Также мы очень признательны директору представительства Общества сохранения диких животных (WCS) в России Дейлу Микеллу за техническую поддержку, ценные советы и организацию обучающих семинаров по обработке данных. Мы благодарим всех наших коллег из научного отдела и отдела охраны заповедника за помощь в сборе полевого материала.

Литература

- Бромлей Г.Ф. 1977. Распространение горала на Дальнем Востоке СССР // Редкие виды млекопитающих и их охрана. М.: Наука. С. 187–188.
- Бромлей Г.Ф., Кучеренко С.П. 1983. Копытные юга Дальнего Востока СССР. М.: Наука. 304 с.
- Волошина И.В., Мысленков А.И. 2001. Амурский горал // Красная книга Российской Федерации (Животные). М.: Астрель. С. 715–717.
- Волошина И.В., Нестеров Д.А. 1992. Характеристика мест обитания горала в Приморском крае // Амурский горал. М.: ЦНИЛ. С. 21–35.
- Заумыслова О.Ю. 2015. Изучение редких видов животных. Подраздел 2.1: Амурский горал // Научные исследования редких видов растений и животных в заповедниках и национальных парках Российской Федерации за 2005–2014 гг. / отв. ред. Д.М. Очагов. Вып. 4. М.: ВНИИ Экологии. С. 268–271.
- Красная книга Российской Федерации. Животные. М.: Изд-во Астрель, 2001. 862 с.
- Летопись природы Сихотэ-Алинского заповедника // Архив Сихотэ-Алинского заповедника, 2008–2014.
- Мысленков А.И., Волошина И.В. 1989. Экология и поведение амурского горала. М.: Наука. 128 с.
- Anwar M., Chapman J.A. 2000. Distribution and population status of grey goral in the Margalla Hills National Park. Pakistan // Journal of Agricultural Research. Vol. 16. P. 147–150.
- Choi T.Y., Park C.H. 2005. Establishing a Korean Goral (*Nemorhaedus caudatus raddeanus* Heude) Reserve in Soraksan National Park, Korea: Based on Habitat Suitability Model, Habitat Capability Model, and the Concept of Minimum Viable Population // Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture. Vol. 32(6). P. 23–35.
- Cooch E., White G. 2005. Program MARK: «A Gentle Introduction». 4th edition. Available at: <http://www.phidot.org/software/mark/docs/book/>. Retrieved on 04.05.2017.
- Duckworth J.W., MacKinnon J., Tsytsulina K. 2008. *Naemorhedus caudatus* // The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T14295A4429742. Available at: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T14295A4429742.en>. Downloaded on 04 May 2017.
- Foster G., Krijger H., Bangay S. 2007. Zebra fingerprints: towards a computer-aided identification system for individual zebra // African Journal of Ecology. Vol. 45. P. 225–227. DOI: 10.1111/j.1365-2028.2006.00716.x
- Gaillard J.-M., Loison A., Toigo C. 2003. Variation in life history traits and realistic population models for wildlife management: the case of ungulates // Animal behavior and wildlife conservation / M. Festa Bianchet, M. Apollonio (eds.). Washington, DC: Island Press. P. 115–132.
- Gilkinson A.K., Pearson H.C., Wertz F., Davi R.W. 2007. Photo-identification of sea otters using nose scars // Journal of Wildlife Management. Vol. 71. P. 2045–2051. DOI: 10.2193/2006-410
- Gormley A.M., Dawson S.M., Slooten E., Bräger S. 2005. Capture-recapture estimates of Hector's dolphin abundance at Banks Peninsula, New Zealand // Marine Mammal Science. Vol. 21(2). P. 204–216. DOI: 10.1111/j.1748-7692.2005.tb01224.x
- Goswami V.R., Laretta M.V., Madhusudan M.D., Karanth K.U. 2011. Optimizing individual identification and survey effort for photographic capture-recapture sampling of species with temporally variable morphological traits // Animal Conservation. Vol. 15. P. 174–183. DOI: 10.1111/j.1469-1795.2011.00501.x
- Huggins R.M. 1989. On the statistical analysis of capture-recapture experiments // Biometrics. Vol. 76(1). P. 133–140. DOI: 10.2307/2336377
- Huggins R.M. 1991. Some practical aspects of a conditional likelihood approach to capture experiments // Biometrics. Vol. 47(2). P. 725–732. DOI: 10.2307/2532158

- Karanth K.U. 1995. Estimating tiger (*Panthera tigris*) populations from camera-trap data using capture-recapture models // *Biological Conservation*. Vol. 71. P. 333–338. DOI: 10.1016/0006-3207(94)00057-W
- Karanth K.U., Nichols J.D. 2002. Monitoring tigers and their prey: a manual for researchers, managers and conservationists in tropical Asia. Bangalore: Centre for Wildlife Studies. 193 p.
- Kendall W.L., Nichols J.D. 1995. On the use of secondary capture-recapture samples to estimate temporary emigration and breeding proportions // *Journal of Applied Statistics*. Vol. 22(5–6). P. 751–762. DOI: 10.1080/02664769524595
- Kendall W.L., Nichols J.D., Hines J.E. 1997. Estimating temporary emigration using capture-recapture data with Pollock's robust design // *Ecology*. Vol. 78(2). P. 563–578.
- Kim B.-J., Lee B.-K., Lee H., Jang G.-S. 2016. Considering threats to population viability of the endangered Korean long-tailed goral (*Naemorhedus caudatus*) using VORTEX // *Animal Cells and Systems*. Vol. 20(1). P. 52–59. DOI: 10.1080/19768354.2015.1127856
- Long R.A., MacKay P., Ray J.C., Zielinski W.J. 2008. *Non-invasive Survey Methods for Carnivores*. Washington, DC: Island Press. 528 p.
- Lovari S., Pellizzi B., Boesi R., Fusani L. 2009. Mating dominance amongst male Himalayan tahr: blonds do better // *Behavioural Processes*. Vol. 81(1). P. 20–25. DOI: 10.1016/j.beproc.2008.12.008
- McClintock B.T., White G.C. 2009. A less field-intensive robust design for estimating demographic parameters with mark-resight data // *Ecology*. Vol. 90(2). P. 313–320. DOI: 10.1890/08-0973.1
- McClintock B.T., White G.C., Antolin M.F., Tripp D.W. 2009. Estimating abundance using mark-resight when sampling is with replacement or the number of marked individuals is unknown // *Biometrics*. Vol. 65(1). P. 237–246. DOI: 10.1111/j.1541-0420.2008.01047.x
- Merkle J.A., Fortin D. 2014. Likelihood-based photograph identification: application with photographs of free-ranging bison // *Wildlife Society Bulletin*. Vol. 38(1). P. 196–204. DOI: 10.1002/wsb.382
- Mishra C., Van Wieren S.E., Ketner P., Heitkonig I.M.A., Prins H.H.T. 2004. Competition between domestic livestock and wild bharal *Pseudois nayaur* in the Indian trans-Himalaya // *Journal of Applied Ecology*. Vol. 41(2). P. 344–354. DOI: 10.1111/j.0021-8901.2004.00885.x
- Oli M.K. 1994. Snow leopards and blue sheep in Nepal: densities and predator: prey ratio // *Journal of Mammalogy*. Vol. 75(4). P. 998–1004. DOI: 10.2307/1382482
- Otis D.L., Burnham K.P., White G.C., Anderson D.R. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations // *Wildlife Monographs*. Vol. 62. P. 1–135.
- Sandfort R. 2015. Estimating Alpine ibex *Capra ibex* abundance from photographic sampling // *Mammal Review*. Vol. 45(3). P. 191–195. DOI: 10.1111/mam.12039
- Silver S. 2004. *Assessing jaguar abundance using remotely triggered cameras*. New York: Jaguar Conservation Society. 25 p.
- Singh N.J., Milner-Gulland E.J. 2011. Monitoring ungulates in Central Asia: current constraints and future potential // *Oryx*. Vol. 45(1). P. 38–49. DOI: 10.1017/S0030605310000839
- Suryawanshi K.R., Bhatnagar Y.V., Mishra C. 2010. Why should a grazer browse? Livestock impact on winter resource use by bharal *Pseudois nayaur* // *Oecologia*. Vol. 162(2). P. 453–462. DOI: 10.1007/s00442-009-1467-x
- Suryawanshi K.R., Bhatnagar Ya.V., Mishra C. 2012. Standardizing the double-observer survey method for estimating mountain ungulate prey of the endangered snow leopard // *Oecologia*. Vol. 169(3). P. 581–590. DOI: 10.1007/s00442-011-2237-0
- White G.C., Burnham K.P. 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals // *Bird Study*. Vol. 46(suppl. 1). P. 120–139. DOI: 10.1080/00063659909477239
- Yang B.G. 2002. *Systematics, ecology and current population status of the goral, Naemorhedus caudatus*. PhD thesis. Cheongju: Chungbuk National University.
- Zaumyslova O.Yu., Bondarchuk S.N. 2015. The Use of Camera Traps for Monitoring the Population of Long-Tailed Gorals // *Achievements in the Life Sciences*. Vol. 9(1). P. 15–21. DOI: 10.1016/j.als.2015.05.003

References

- Anwar M., Chapman J.A. 2000. Distribution and population status of grey goral in the Margalla Hills National Park. Pakistan. *Journal of Agricultural Research* 16: 147–150.
- Bromley G.F. 1977. *Goral's distribution in the Far East of the USSR*. In: *Rare mammal species and their conservation*. Moscow: Nauka. P. 187–188. [In Russian]
- Bromley G.F., Kucherenko S.P. 1983. *Ungulates in the south of the Far East of the USSR*. Moscow: Nauka. 304 p. [In Russian]
- Choi T.Y., Park C.H. 2005. Establishing a Korean Goral (*Nemorhaedus caudatus raddeanus* Heude) Reserve in Soraksan National Park, Korea: Based on Habitat Suitability Model, Habitat Capability Model, and the Concept of Minimum Viable Population. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture* 32(6): 23–35.
- Chronicle of the Nature in the Sikhote-Alin Reserve. In: *Archive of the Sikhote-Alin Reserve*, 2008–2014. [In Russian]
- Cooch E., White G. 2005. *Program MARK: «A Gentle Introduction»*. 4th edition. Available at: <http://www.phidot.org/software/mark/docs/book/>. Retrieved on 04.05.2017.
- Duckworth J.W., MacKinnon J., Tsytsulina K. 2008. *Naemorhedus caudatus*. In: *The IUCN Red List of Threatened Species 2008*: e.T14295A4429742. Available at: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T14295A4429742.en>. Downloaded on 04 May 2017.
- Foster G., Krijger H., Bangay S. 2007. Zebra fingerprints: towards a computer-aided identification system for individual zebra. *African Journal of Ecology* 45: 225–227. DOI: 10.1111/j.1365-2028.2006.00716.x
- Gaillard J.-M., Loison A., Toigo C. 2003. Variation in life history traits and realistic population models for wildlife management: the case of ungulates. In: M. Festa Bianchet, M. Apollonio (eds.): *Animal behavior and wildlife conservation*. Washington, DC: Island Press. P. 115–132.
- Gilkinson A.K., Pearson H.C., Weltz F., Davi R.W. 2007. Photo-identification of sea otters using nose scars. *Journal of Wildlife Management* 71: 2045–2051. DOI: 10.2193/2006-410

- Gormley A.M., Dawson S.M., Slooten E., Bräger S. 2005. Capture-recapture estimates of Hector's dolphin abundance at Banks Peninsula, New Zealand. *Marine Mammal Science* 21(2): 204–216. DOI: 10.1111/j.1748-7692.2005.tb01224.x
- Goswami V.R., Laretta M.V., Madhusudan M.D., Karanth K.U. 2011. Optimizing individual identification and survey effort for photographic capture–recapture sampling of species with temporally variable morphological traits. *Animal Conservation* 15: 174–183. DOI: 10.1111/j.1469-1795.2011.00501.x
- Huggins R.M. 1989. On the statistical analysis of capture-recapture experiments. *Biometrics* 76(1): 133–140. DOI: 10.2307/2336377
- Huggins R.M. 1991. Some practical aspects of a conditional likelihood approach to capture experiments. *Biometrics* 47(2): 725–732. DOI: 10.2307/2532158
- Karanth K.U. 1995. Estimating tiger (*Panthera tigris*) populations from camera-trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation* 71: 333–338. DOI: 10.1016/0006-3207(94)00057-W
- Karanth K.U., Nichols J.D. 2002. *Monitoring tigers and their prey: a manual for researchers, managers and conservationists in tropical Asia*. Bangalore: Centre for Wildlife Studies. 193 p.
- Kendall W.L., Nichols J.D. 1995. On the use of secondary capture-recapture samples to estimate temporary emigration and breeding proportions. *Journal of Applied Statistics* 22(5–6): 751–762. DOI: 10.1080/02664769524595
- Kendall W.L., Nichols J.D., Hines J.E. 1997. Estimating temporary emigration using capture-recapture data with Pollock's robust design. *Ecology* 78(2): 563–578.
- Kim B.-J., Lee B.-K., Lee H., Jang G.-S. 2016. Considering threats to population viability of the endangered Korean long-tailed goral (*Naemorhedus caudatus*) using VORTEX. *Animal Cells and Systems* 20(1): 52–59. DOI: 10.1080/19768354.2015.1127856
- Long R.A., MacKay P., Ray J.C., Zielinski W.J. 2008. *Non-invasive Survey Methods for Carnivores*. Washington, DC: Island Press. 528 p.
- Lovari S., Pellizzi B., Boesi R., Fusani L. 2009. Mating dominance amongst male Himalayan tahr: blonds do better. *Behavioural Processes* 81(1): 20–25. DOI: 10.1016/j.beproc.2008.12.008
- McClintock B.T., White G.C. 2009. A less field-intensive robust design for estimating demographic parameters with mark-resight data. *Ecology* 90(2): 313–320. DOI: 10.1890/08-0973.1
- McClintock B.T., White G.C., Antolin M.F., Tripp D.W. 2009. Estimating abundance using mark-resight when sampling is with replacement or the number of marked individuals is unknown. *Biometrics* 65(1): 237–246. DOI: 10.1111/j.1541-0420.2008.01047.x
- Merkle J.A., Fortin D. 2014. Likelihood-based photograph identification: application with photographs of free-ranging bison. *Wildlife Society Bulletin* 38(1): 196–204. DOI: 10.1002/wsb.382
- Mishra C., Van Wieren S.E., Ketner P., Heitkonig I.M.A., Prins H.H.T. 2004. Competition between domestic livestock and wild bharal *Pseudois nayaur* in the Indian trans-Himalaya. *Journal of Applied Ecology* 41(2): 344–354. DOI: 10.1111/j.0021-8901.2004.00885.x
- Myslenkov A.I., Voloshina I.V. 1989. *Ecology and behaviour of the Amur Goral*. Moscow: Nauka. 128 p.
- Oli M.K. 1994. Snow leopards and blue sheep in Nepal: densities and predator: prey ratio. *Journal of Mammalogy* 75(4): 998–1004. DOI: 10.2307/1382482
- Otis D.L., Burnham K.P., White G.C., Anderson D.R. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs* 62: 1–135.
- Red Data Book of Russian Federation (Animals). Moscow: Astrel, 2001. 860 p. [In Russian]
- Sandfort R. 2015. Estimating Alpine ibex *Capra ibex* abundance from photographic sampling. *Mammal Review* 45(3): 191–195. DOI: 10.1111/mam.12039
- Silver S. 2004. *Assessing jaguar abundance using remotely triggered cameras*. New York: Jaguar Conservation Society. 25 p.
- Singh N.J., Milner-Gulland E.J. 2011. Monitoring ungulates in Central Asia: current constraints and future potential. *Oryx* 45(1): 38–49. DOI: 10.1017/S0030605310000839
- Suryawanshi K.R., Bhatnagar Y.V., Mishra C. 2010. Why should a grazer browse? Livestock impact on winter resource use by bharal *Pseudois nayaur*. *Oecologia* 162(2): 453–462. DOI: 10.1007/s00442-009-1467-x
- Suryawanshi K.R., Bhatnagar Ya.V., Mishra C. 2012. Standardizing the double-observer survey method for estimating mountain ungulate prey of the endangered snow leopard. *Oecologia* 169(3): 581–590. DOI: 10.1007/s00442-011-2237-0
- Voloshina I.V., Myslenkov A.I. 2001. Amur Goral. In: *Red Data Book of the Russian Federation (Animals)*. Moscow: Astrel. P. 715–717. [In Russian]
- Voloshina I.V., Nesterov D.A. 1992. Characteristics of Goral's habitats in the Primorsky Krai. In: *Amur Goral*. Moscow: Publisher of the Central Research Laboratory. P. 21–35. [In Russian]
- White G.C., Burnham K.P. 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46(suppl. 1): 120–139. DOI: 10.1080/00063659909477239
- Yang B.G. 2002. *Systematics, ecology and current population status of the goral, Naemorhedus caudatus*. PhD thesis. Cheongju: Chungbuk National University.
- Zaumyslova O.Yu. 2015. Research of rare animal species. Subdivision 2.1: Amur Goral. In: D.M. Ochagov (ed.): *Researches of rare species of plants and animals in State Reserves and National Parks of the Russian Federation over 2005–2014*. Vol. 4. Moscow: All-Russian Research Institute of Ecology. P. 268–271. [In Russian]
- Zaumyslova O.Yu., Bondarchuk S.N. 2015. The Use of Camera Traps for Monitoring the Population of Long-Tailed Gorals. *Achievements in the Life Sciences* 9(1): 15–21. DOI: 10.1016/j.als.2015.05.003

ASSESSMENT OF THE LONG-TAILED GORAL (*NAEMORHEDUS CAUDATUS*: BOVIDAE) POPULATION STATUS IN THE SIKHOTE-ALIN RESERVE USING CAMERA-TRAPS

Olga Yu. Zaumyslova, Svetlana N. Bondarchuk

Sikhote-Alin State Reserve, Russia
e-mail: olgazaum@mail.ru, bonsal@mail.ru

The Long-tailed goral (*Naemorhedus caudatus*) is a rare mountain ungulate animal species with a mosaic range. In the Sikhote-Alin Reserve, the goral is located at the northern limit of its distribution. The main part of its population is concentrated in the coastal area, in the Abrek natural landmark. In the early XX century, the goral occupied another small area along the coast – 20 km south of the Abrek natural landmark. Currently, the total area of species' habitats is only 7.1 km². The aim of this study was to assess the population size, population density and some demographic parameters of the goral population. Also, we aimed to evaluate the effectiveness of the photo-trap method which is a new approach to the study and monitoring of this rare species. Accounting studies in the Abrek natural landmark were carried out in October 2014 – January 2015 (1401 trap-days); also, at the same time we worked in the second area during three seasons (2014–2017, 1326 trap-days). Estimation of the abundance and annual survival of the goral has been carried out using stochastic «capture – recapture» models presented in the software MARK. In the Abrek natural landmark for an effective area of 4 km² (63% of this habitat's area), the average density of the goral population was 15.4 animals per km² (CI 95% = 14.6–18.2 individuals per km²), in the second area (0.7 km²) completely accounted – 21.0 individuals per km² (CI 95% = 20.1–28.6 individuals per km²). The total abundance of goral individuals in the Reserve remains, apparently, at the level of the late 1980s. And currently it is about 110–140 individuals. According to our preliminary data, the total annual survival in the first year was 0.73 (CI 95% = 0.41–0.91), and by the end of the second year it was 0.72 (CI 95% = 0.31–0.93). Female animals have prevailed in the population structure, and the sex ratio for adult animals was 1:1.5. The fertility rate was 0.61. In comparison with the data obtained in the late 1970s, currently the age and sex structure of the goral population has changed somewhat, and the rate of reproduction has decreased. The use of photo-traps significantly improves the quality of the goral population monitoring. However, photo-trap monitoring is a fairly expensive and time-consuming process. So it is advisable to apply this method in habitats which are most important for conservation of this rare species.

Key words: abundance, Long-tailed goral, *Naemorhedus caudatus*, photo-trap monitoring, photo-accounting, photo-traps, population density, sex-age population structure