

Н.А. Бижанова^{1,2,3*}, А.А. Грачев^{1,3}, Ю.А. Грачев¹,
С.К. Сапарбаев¹, М.В. Беспалов¹

¹Институт зоологии КН МОН РК, Казахстан, г. Алматы

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

³ОФ Wildlife without Borders, Казахстан, г. Алматы

*e-mail: nazerke.bizhanova@zool.kz

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОТОЛОВУШЕК ПРИ ИЗУЧЕНИИ СУТОЧНОЙ АКТИВНОСТИ ТУРКЕСТАНСКОЙ РЫСИ В СЕВЕРНОМ ТЯНЬ-ШАНЕ

Изучение ритмов суточной активности редких хищных млекопитающих, ведущих скрытный образ жизни, актуально и необходимо для определения их взаимоотношения с другими видами, механизмов их адаптации в окружающей среде, а также регулирования стратегий по их сохранению. Как вид, ведущий ночной образ жизни в труднодоступных горах Северного Тянь-Шаня, поведенческая экология и, в частности, ритмы активности туркестанской рыси (*Lynx lynx isabellina* Blyth, 1847) малоизучены. В данной статье представлены данные по суточной активности рыси и анализ ее соответствия с ритмами активности объектов ее питания в Северном Тянь-Шане с применением фотоловушек. В результате исследований, проведенных в Илейском и Кунгей Алатау с 2013 по 2022 гг., было отработано 11,258 ловушко-суток и получено 59 кадра с отдельными проходами туркестанской рыси и 528 кадров с проходами ее кормовых видов – зайца-толая (*Lepus tolai*), сибирской косули (*Capreolus pygargus*), сибирского горного козла (*Capra sibirica*), кабана (*Sus scrofa*), белки-телеутки (*Sciurus vulgaris exalbidus*) и марала (*Cervus elaphus*). Ритмы суточной активности рыси совпадали с активностью объектов ее питания в трех различных периодах времени: ранним утром, в послеполуденное и ночное время. Для сохранения популяции рыси значительную роль играют заяц-толай в Кунгей Алатау и сибирская косуля в Илейском Алатау. Полученные результаты доказывают о необходимости охраны указанных шести видов для обеспечения стабильности популяций редкой туркестанской рыси в Северном Тянь-Шане.

Ключевые слова: туркестанская рысь, суточная активность, особо охраняемые природные территории, фотоловушки.

Н.Ә. Бижанова^{1,2,3*}, А.А. Грачев^{1,3}, Ю.А. Грачев¹, С.К. Сапарбаев¹, М.В. Беспалов¹

¹ҚР БҒМ ҒК Зоология институты, Қазақстан, Алматы қ.

²Әл-Фараби Қазақ Ұлттық Университеті, Қазақстан, Алматы қ.

³Wildlife Without Borders ҚҚ, Қазақстан, Алматы қ.

*e-mail: nazerke.bizhanova@zool.kz

Солтүстік Тянь-Шаньда мекендейтін Түркістан сілеусінінің тәуліктік белсенділігін зерттеудегі фотоқақпандардың тиімділігі

Жасырын тіршілік ететін және сирек кездесетін жыртқыш сүтқоректілердің күнделікті белсенділіктің ырғақтарын зерттеу олардың басқа түрлермен қарым-қатынасын, қоршаған ортаға бейімделу механизмдерін анықтау, сондай-ақ оларды сақтау стратегияларын реттеу үшін өзекті және қажет. Солтүстік Тянь-Шаньның шалғай тауларында түнгі мезгілде белсенді болатын Түркістан сілеусіні (*Lynx lynx isabellina* Blyth, 1847) және оның тіршілік әрекетінің ырғақтары аз зерттелген. Бұл мақалада фотоқақпандардың көмегімен алынған, Солтүстік Тянь-Шаньда мекен ететін сілеусінінің тәуліктік белсенділігі туралы деректер және оның қорек түрлерінің белсенділігінің ырғақтарына сәйкестігіне талдау берілген. 2013-2022 жылдар аралығында Іле және Кунгей Алатауында жүргізілген зерттеулер нәтижесінде 11,258 фотоқақпан-тәулігі өңделіп, Түркістан сілеусіні түскен 59 кадр және оның қоректік нысандарынан құм қояны (*Lepus tolai*), Сібір елігі (*Capreolus pygargus*), Сібір таутекесі (*Capra sibirica*), жабайы қабан (*Sus scrofa*), қызыл ағаш тиіні (*Sciurus vulgaris exalbidus*) және марал (*Cervus elaphus*) түскен 528 кадр алынды. Сілеусінінің күнделікті белсенділігінің ырғақтары оның қоректік объектілерінің ырғақтарымен үш түрлі уақыт кезеңінде: таңертеңгі, күндізгі және түнгі мезгілде сәйкес келді. Кунгей Алатауындағы құм қоянының, Іле Алатауындағы Сібір елігінің сілеусін популяциясын сақтауда алатын орны зор. Алынған нәтижелер Солтүстік Тянь-Шаньдағы сирек кездесетін Түркістан сілеусіні популяциясының тұрақтылығын қамтамасыз етуде осы алты түрді де қорғау қажеттігін дәлелдейді.

Түйін сөздер: Түркістан сілеусіні, тәуліктік белсенділігі, ерекше қорғалатын табиғи аумақтар, фотоқақпандар.

N. Bizhanova^{1,2,3*}, A. Grachev^{1,3}, Y. Grachev¹,
S. Saparbayev^{1,3}, M. Bepalov^{1,3}

¹Institute of Zoology of the Republic of Kazakhstan, Kazakhstan, Almaty

²Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

³PF Wildlife Without Borders, Kazakhstan, Almaty

*e-mail: nazerke.bizhanova@zool.kz

Camera trapping efficiency in studying daily activity patterns of Turkestan lynx in the northern tien shan

In order to determine the relationship between elusive carnivorans and other species, understand the mechanisms of their adaptation in the environment, as well as for regulation of strategies for rare carnivores' conservation, it is relevant and necessary to study their daily activity rhythms. As a nocturnal species in the remote mountains of the Northern Tien Shan, the behavioral ecology and, in particular, the activity rhythms of the Turkestan lynx (*Lynx lynx isabellina* Blyth, 1847) are poorly studied. This article presents data on the daily activity of the lynx and an analysis of its correlation with the activity rhythms of its prey species in the Northern Tien Shan using camera traps. As a result of research conducted in Ile and Kungei Alatau from 2013 to 2022, we used 11,258 trap-days and obtained 59 frames with individual passages of Turkestan lynx and 528 frames with passages of its prey species – tolai hare (*Lepus tolai*), Siberian roe deer (*Capreolus pygargus*), Siberian ibex (*Capra sibirica*), wild boar (*Sus scrofa*), red tree squirrel (*Sciurus vulgaris exalbidus*) and red deer (*Cervus elaphus*). The rhythms of lynx's daily activity coincided with the activity of its prey in three different time peaks: in the early morning, in the afternoon, and at night. Tolai hare in Kungei Alatau and Siberian roe deer in Ile Alatau play a significant role in the conservation of the lynx population. The results obtained prove the need to protect these six species to ensure the Turkestan lynx populations stability in the Northern Tien Shan.

Key words: Turkestan lynx, daily activity, specially protected natural areas, camera traps.

Введение

Одним из наиболее важных аспектов поведенческой экологии диких животных является ритмы их активности. Их изучение необходимо для понимания взаимосвязи между видами, адаптации зверей в дикой природе в условиях растущих освоения и трансформации экологических ниш людьми, а также для создания и регулирования стратегий по сохранению биологического разнообразия [1, 2]. Исследование активности, как и любого другого аспекта биологии и экологии кошачьих, ведущих ночной образ жизни, осложнено труднодоступностью мест их обитания, общей разреженностью популяций, а также их скрытым образом жизни, сводя к минимуму возможность прямых наблюдений [3, 4]. Ввиду этого использование фотоловушек становится все более популярным методом изучения поведенческой экологии животных, позволяя регистрировать встречи хищников без непосредственного участия эксперта [5, 6, 7].

В Казахстане с применением фотоловушек наиболее подробные исследования были проведены по таким видам кошачьих, как снежный барс (*Panthera uncia*) и манул (*Otocolobus manul*) [8, 9, 10, 11].

Другим редким и скрытым видом кошачьих является туркестанская рысь (*Lynx lynx isabellina* Blyth, 1847), которая обитает в горах юга и юго-

востока страны [12, 13, 14]. Туркестанская рысь малоизучена и занесена в Красные книги практически всех стран, в которых она обитает, а также в Приложение II Конвенции СИТЕС. В настоящее время сравнительно подробно изучено распространение рыси [15]. Поведенческая экология рыси, в частности, ритмы ее активности, в стране ранее подробно не изучалась. По данным А.К. Федосенко [16], рысь принято считать сумеречным животным, хотя она может встречаться и днем. В данной статье мы поставили две задачи: 1) на основе данных, полученных с помощью фотоловушек, определить суточную активность рыси в Северном Тянь-Шане; 2) оценить взаимосвязь активности рыси с объектами ее питания. Полученные данные позволят выявить степень схожести ритмов активности рассматриваемых кормовых объектов с рысью, и какие виды имеют наибольшую роль в сохранении популяции рыси в регионе.

Материалы и методы исследований

С 2013 по 2022 гг. нами были проведены исследования с применением фотоловушек в Илейском и Кунгей Алатау Северного Тянь-Шаня, Казахстан, на особо охраняемых территориях – Алматинском заповеднике (N43° 06' 00» E77° 19' 00») и национальных парках Иле-Алатауский (N43° 04' 00» E77° 10' 00») и Кольсай кольдери (N42° 56' 00»

Е78° 24' 00») – в основном на участках, где уровень антропогенной нагрузки минимален. Всего было использовано 74 фотоловушек по методике пространственных ячеек 10x10 км (Рисунок 1).

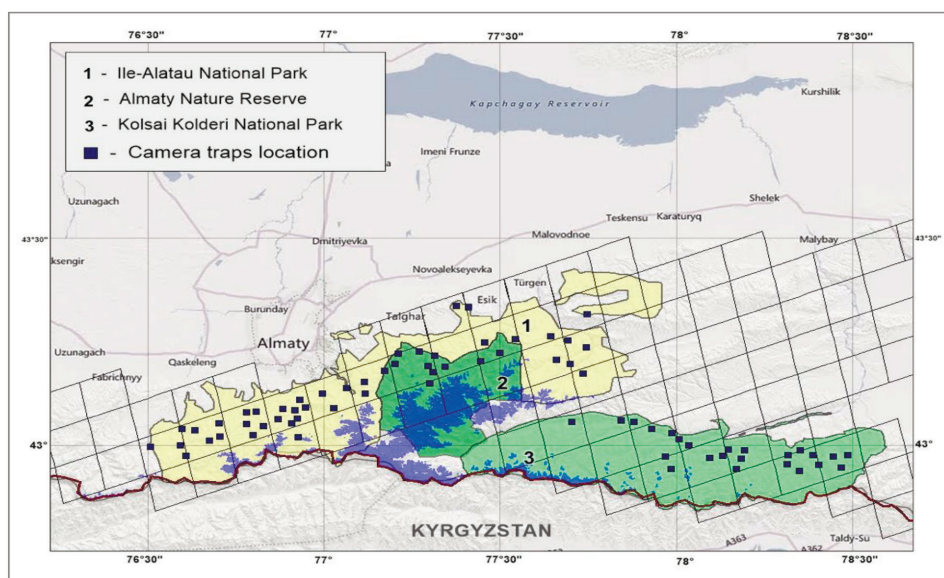


Рисунок 1 – Карта-схема распределения фотоловушек для наблюдения за рысью в пределах ООПТ Северного Тянь-Шаня

Во время исследований были использованы фотоловушки моделей Bushnell, Reconyx, Seelock, ScoutGuard, Browning, снабженными реагирующими на температуру и движение инфракрасными (пассивными) сенсорами и фото- и видеорегистрацией в дневном или ночном режиме съемки (Рисунок 2). Камеры способны ав-

томатически делать качественные изображения животных на расстоянии до 40-50 м. Фотоловушки расставлялись в наиболее потенциальных местах обитания рыси, которые мы выбирали с учетом данных, полученных в результате визуальных наблюдений и тропления следов рыси, а также по наличию объектов ее питания.

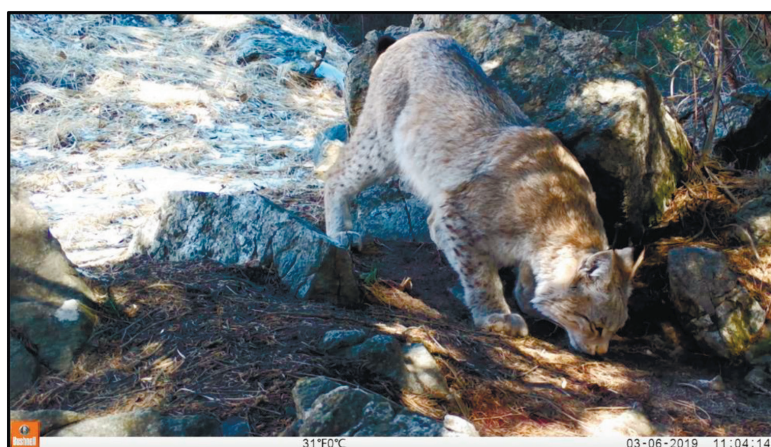


Рисунок 2 – Зафиксированная на фотоловушку туркестанская рысь, Илейский Алатау, ущелье Проходная

Каждый проход (фото- или видеорегистрация) рыси будет обозначаться как «отдельный проход» (ОП). Обилие, или средний индекс встречаемости рыси (СИБ), рассчитывался на 100 ловушко-суток:

$$СИБ = \frac{\text{Общее количество ОП}}{\text{Общее количество л/с}} \times 100 \quad (1),$$

где л/с – ловушко-сутки, – количество суток, умноженное на количество фотоловушек.

Для определения суточной активности, или средней суточной встречаемости рыси (ССВ) в Илейском и Кунгей Алатау (по данным фотоловушек), использовалась следующая формула (Tang et al., 2019):

$$ССВ = \frac{\text{ОП за определенный промежуток времени}}{\text{Общее количество ОП}} \times 100 \quad (2),$$

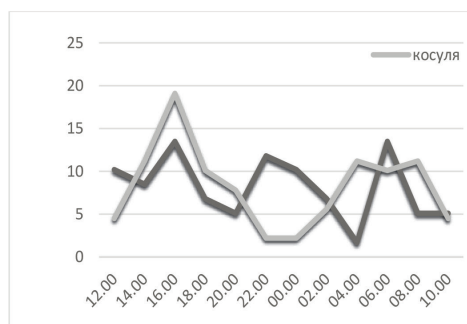
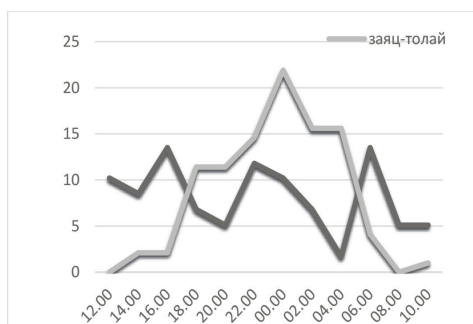
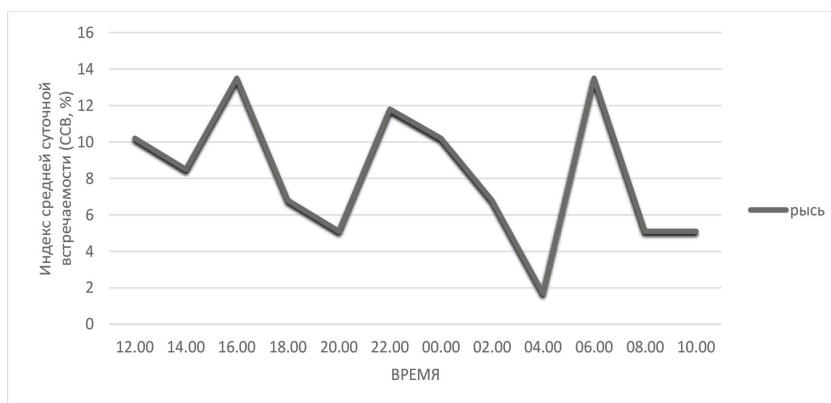
где промежуток времени является один час.

Полученные данные были статистически обработаны на базе Excel, где использовался t-критерий Стьюдента для оценки отличий ритмов рыси и объектов ее питания.

Результаты и их обсуждение

В результате фото- и видеорегистрации с 2013 по 2022 гг. в Северном Тянь-Шане было отработано 11,258 ловушко-суток (6011 и 5247 ловушко-суток в Илейском и Кунгей Алатау, соответственно), получены кадры с 59 отдельными проходами (ОП) туркестанской рыси (в среднем, 0,5 особей на 100 ловушко-суток). Из объектов питания рыси рассматривалось 6 видов – заяц-толай (*Lepus tolai*) (96 ОП, – в среднем, 0,8 особей на 100 л/с), сибирская косуля (*Capreolus pygargus*) (89 ОП, – в среднем, 0,8 особей на 100 л/с), сибирский горный козел (*Capra sibirica*) (111 ОП, – в среднем, 1,0 особей на 100 л/с), кабан (*Sus scrofa*) (51 ОП, – в среднем, 0,4 особей на 100 л/с), белка-телеутка (*Sciurus vulgaris exalbidus*) (95 ОП, – в среднем, 0,8 особей на 100 л/с) и марал (*Cervus elaphus*) (86 ОП, – в среднем, 0,7 особей на 100 л/с). Эти виды являются основными для рациона рыси в Северном Тянь-Шане [16].

Наши данные о показателях средней суточной встречаемости рыси и объектах ее питания, полученными с помощью фотоловушек в Северном Тянь-Шане представлены в диаграмме ниже.



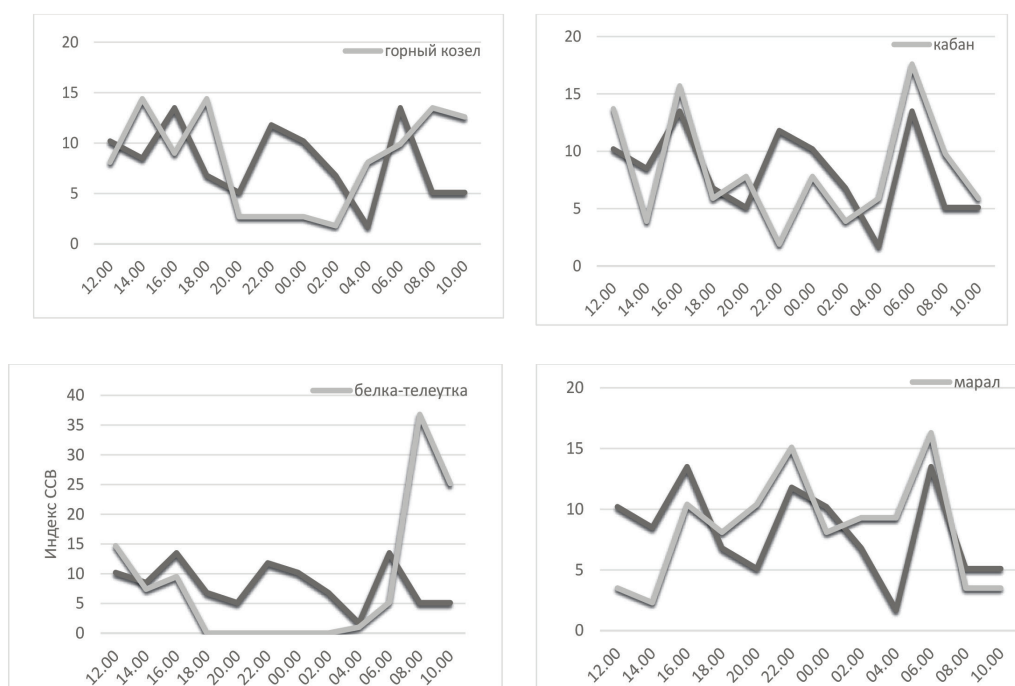


Рисунок 3 – Ритм суточной активности туркестанской рыси и объектов ее питания в Северном Тянь-Шане

Отмечено три пика активности рыси в Северном Тянь-Шане – в 06:00-07:00, 16:00-17:00 и 22:00-23:00. Несколько отличались ритмы суточной активности в Илейском Алатау от ритмов в Кунгей Алатау.

Так, ритм суточной активности рыси в Илейском Алатау имел несколько пиков, с более активными часами в сумерках и ночью и неактивными или малоактивными часами в полдень и поздним утром.

Из рассматриваемых нами отдельных проходов, рысь наиболее часто попадалась на камеру весной. Ритм активности за этот период практически равномерно приходился на раннее утро и полдень, с пиками в 06:30-07:30 и 12:00-13:00. Летом и зимой отмечалась наибольшая активность ночью и реже в сумерки. С наступлением лета пики отмечены ночью в 23:00-00:00 и в сумерки в 16:00-17:00. Похожая тенденция сохранилась и для осени, где, тем не менее, отмечается переход на более сумеречный период активности, который продолжался с 17:00 до 22:00. В зимнее время частота активности рыси увеличивалась ночью, таким образом, зима является наиболее ночным периодом активности среди сезонов. Наивысший пик зимой был в 01:00-02:00. В целом, за четыре сезона было пять пиков активности: 00:00-01:00, 06:00-07:00,

11:00-12:00 и 16:00-17:00 и 22:00-23:00 (по временному порядку).

Полевые работы и установка фотоловушек в Кунгей Алатау проводились, в основном, на зимний период. В целом, активность рыси, по сравнению с популяцией в Илейском Алатау, является более ночной. Ночная активность продолжалась с 22:00 по 02:00. На сумеречное время приходится два пика: первый в 06:00-07:00 утра и второй на 16:00-17:00.

Среди объектов питания рыси в Илейском Алатау наиболее часто регистрировалась сибирская косуля (в среднем, 1,3 особей на 100 ловушко-суток). Косуля была наиболее активна ранним вечером (16:00-18:00) и ранним утром (04:00-05:00). В период с 06:00 до 10:00 и с 16:00 до 18:00 ритм активности косули наиболее соответствовал активности рыси. Пики активности горного козла и белки-телеутки приходились на полдень и позднее утро, соответственно, с 12:00 до 14:00 у горного козла и с 08:00 до 10:00 у белки. В случае с кабаном, отмечалось несколько пиков – поздним вечером, в 20:00-21:00, и с поздней ночи до раннего утра, с 00:00 до 04:00. Ритмы активности рыси незначительно совпадают с активностью этих трех видов – горного козла (в 12:00-13:00), белки (в 06:00-07:00 и 10:00-11:00) и кабана (00:00-01:00).

Среди объектов питания рыси в Кунгей Алатау наиболее часто встречались заяц-толай (в среднем, 1,8 особей на 100 ловушко-суток) и белка-телеутка (в среднем, 1,6 особей на 100 л/с). Наибольшая корреляция в этом регионе отмечалась с ритмами активностей зайца-толая и кабана. Косуля, горный козел и белка-телеутка, будучи дневными животными, имели отличный от рыси ритм активности.

Известно, что основным объектом питания рыси является заяц-толай [16]. В западной части Илейского Алатау, где заяц-толай малочислен или вовсе отсутствует, основным объектом охоты рыси становится косуля [13, 14]. Так, в местах со сравнительно высоким обилием зайцев и косуль и меньшим количеством факторов беспокойства, прослеживается довольно высокое обилие рыси. Наличие всех вышеуказанных видов также имеет значительную роль в поддержании стабильности популяций рыси, и наоборот, рысь регулирует численность этих видов [17, 18]. Эти взаимодействия модели «хищник-жертва» (в особенности, взаимодействие между рысью и зайцем) являются одним из основных факторов, формирующих ритмы активности рыси [19].

Каждый из объектов питания рыси в Северном Тянь-Шане имеет схожесть по ритму активности в определенные пики активности рыси. Так, активность зайца-толая совпадает с рысью в ночное время, в период с 22:00 по 02:00, в то время как пик активности белки-телеутки приходится на утреннее время, в 06:00-07:00. Ритмы косули, горного козла и кабана соответствуют утреннему и послеполуденному пикам активности рыси, в то время как марал активен во время всех трех пиков активности рыси.

При статистической обработке данных t -критерием Стьюдента, показатели данных были выше $p > 0.05$, что указывает на их слабую статистическую значимость. Возможной причиной мы считаем сравнительно малое количество использованных для анализа данных. Данные, предоставленные при помощи фотоловушек, несомненно полезны для изучения биологии и экологии рыси. Так, например, они могут быть использованы для изучения распространения рыси [15]. Тем не менее, очевидно, что статистический анализ суточной активности вида, ведущего скрытый образ жизни, требует большего количества данных. Примером таких исследований по суточной активности рыси являются работы Xiaoming Tang et al. [20]. Подобные результаты возможны в том случае, если 1) численность

рыси в области исследований сравнительно высока, 2) в исследовании использовано большое количество фотоловушек на небольшой территории. Ввиду редкости рыси в Илейском и Кунгей Алатау и значительно больших масштабов региона наших исследований, на котором были установлены фотоловушки, было получено значительно меньше данных, чем у вышеупомянутых исследователей.

Альтернативой фотоловушкам в данном случае будет применение более инвазивных методов исследования вида, к которым, в первую очередь, относится радиотелеметрия – использование GPS-треккеров [21]. Благодаря данному методу станет возможным более подробно рассмотреть, как такие факторы, как сезон года, температура и наличие кормовых объектов влияют на активность рыси [22]. С другой стороны, понимание суточной активности, как в нашем случае, возможно в случае визуализации и правильной интерпретации данных. Некоторые исследователи считают, что большой объем информации, полученный с помощью радиотелеметрии, не всегда дает более новые или точные представления об экологии рыси, нежели традиционные визуальные наблюдения [23]. Мы считаем, что при последовательном использовании традиционных и современных методов (регистрация фотоловушками и радиотелеметрия) возможно будет не только более подробно изучить суточную активность рыси, но и оценить, как кормовая база и особенности питания туркестанской рыси влияют на ее индивидуальный участок обитания [24, 25, 26]. Для изучения поведенческой экологии рыси, при достаточном финансировании, в будущем мы планируем увеличить количество фотоловушек для их установки в местах обитания рыси, а также впервые применить GPS-треккеры на рыси в Казахстане.

Заключение

Таким образом, определено, что применение фотоловушек является эффективным неинвазивным современным методом изучения суточной активности рыси и объектов ее питания. Каждый из объектов питания рыси в Северном Тянь-Шане имеет схожесть по ритму активности в определенные пики активности рыси. С активностью рыси на ночное время наибольшее совпадение отмечено у зайца-толая, а в утреннее время – у белки-телеутки, в то время как косуля, горный козел, кабан и марал имеют наиболее

схожие ритмы с рысью в утреннее и послеполуденное время. Для достижения статистически достоверных данных необходим больший объем данных, который возможен при увеличении численности рыси, увеличения количества используемых фотоловушек и/или их применение в значительно меньшем участке обитания рыси, а также использование GPS-треккеров.

Источник финансирования

Исследования выполнены в рамках проекта Института зоологии КН МОН РК – BR10965224 «Разработка кадастра животного мира Северного Тянь-Шаня для сохранения его генетического разнообразия» (Институт зоологии МОН РК), 2021-2023 гг.

Литература

- 1 Harmsen B.J., Foster R.J., Silver S.C., Ostro L.E.T., Doncaster C.P. Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey // *Mamm. Biol.* – 2011. – Vol. 76. – pp. 320-324.
- 2 Bartness T.J., Albers H.E. Activity patterns and the biological clock in mammals // Halle S., Stenseth N.C. (eds.) *Activity patterns in small mammals. Part of the Ecological Studies book series.* – Berlin, Heidelberg: Springer, 2000. – Vol. 141. – pp. 23-47. doi: 10.1007/978-3-642-18264-8_3
- 3 К ошкарев Е.П. Снежный барс в Киргизии. АН КиргССР, Тянь-Шаньская высокогорная физико-географическая станция. – Фрунзе: «Илим», 1989. – С. 21-22. 4 S unquist M., Sunquist F. *Wild Cats of the World.* – Chicago: University of Chicago Press, IL, USA, 2002. – 452 p.
- 5 С идорчук Н.В., Волченко А.Е., Рожнов В.В. Опыт использования фотоловушек при изучении поведенческой экологии барсука *Meles meles* // Териофауна России и сопредельных территорий: Матер. VIII съезда Териологич. об-ва. Материалы международного совещания. – Москва: Творчество научных изданий КМК, 2007. – 455 с.
- 6 Б ижанова Н.Ә., Грачев Ю.А., Джаныспаев А.Д., Грачев А.А., Сәтімбеков Р.С. Мониторинг популяций хищных млекопитающих с применением фотоловушек в Северном Тянь-Шане // Материалы Республиканской научной конференции с международным участием «Сохранение биоразнообразия и рациональное использование биоресурсов». – Алматы, 2016. – С. 23-30.
- 7 Caravaggi A., Gatta M., Vallely M.-C., Hogg K., Freeman M., Fadaei E., Dick J.T.A., Montgomery W.I., Reid N., Tosh D.G. Seasonal and predator-prey effects on circadian activity of free-ranging mammals revealed by camera traps // *PeerJ.* – 2018. e5827. doi: 10.7717/peerj.5827
- 8 Г рачев А.А., Грачев Ю.А., Мелдебеков А.М. Предварительные результаты изучения и мониторинга снежного барса (*Uncia uncia* Schreber, 1775) с помощью фотоловушек в Казахстане // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2015. – Том 2/2, Вып. 44. – С. 513-518.
- 9 Г рачев А.А., Грачев Ю.А., Сапарбаев С.К., Джаныспаев А.Д. Методическое руководство-пособие по мониторингу снежного барса в Казахстане. – Астана, 2016. – 32 с.
- 10 Б арашкова А.Н., Смелянский И.Е. Фоторегистрация млекопитающих в степях Восточного Казахстана // Материалы III Международной научной конференции «Биологическое разнообразие азиатских степей». – Костанай, 24-27 апреля 2017 г. – С. 57-61.
- 11 Barashkova A., Smelansky I., Kirilyuk V., Naidenko S., Antonevich A., Gritsina M., Zhumabai Uulu K., Koshkin M., Battogtokh N., Otgonbayar B., Grachev A., Lissovsky A. Distribution and status of the manul in Central Asia and adjacent areas // *CATnews, Special Issue.* – 13 Spring 2019. – pp. 14-23. ISSN 1027-2992
- 12 Гептнер В.Г., Слудский А.А. Млекопитающие Советского Союза: пособие для университетов: учебное пособие. В 3 т, Т.2, Ч. 2. Хищные (гиены и кошки). – Москва: Высшая школа, 1972. – 553 с.
- 13 Жиряков В.А. Туркестанская рысь в Заилийском Алатау // *Selevinia.* – 1995. – Вып. 1. – С. 43-49.
- 14 Жиряков В.А., Байдавлетов Р.Ж. Казахстан // Рысь: Региональные особенности экологии, использования и охраны (отв. ред. Е.Н. Матюшкин, М.А. Вайсфельд). – 2003. – 523 с. ISBN 5-02-002789-8
- 15 Bizhanova N., Steiner M., Rametov N., Grachev A., Grachev Y., Bepalov M., Zhaparkulov T., Saparbayev S., Sailaukhanuly A., Bepalov S., et al. The elusive Turkestan lynx at the northwestern edge of geographic range: Current suitable habitats and distribution forecast in the climate change // *Sustainability.* – 2022. – Issue 14, 9491. – pp. 1-39. doi: 10.3390/su14159491
- 16 Федосенко А.К. Рысь // Млекопитающие Казахстана: Т. 3, ч. 2. – Алма-Ата: «Наука», 1982. – С. 194-203.
- 17 Жиряков В.А. О рыси в Алма-Атинском заповеднике // Редкие животные Казахстана. Материалы ко 2 изданию Красной Книги Казахской ССР. – Алма-Ата, 1986. – С. 56-57.
- 18 Жиряков В.А. Воздействие хищников на динамику численности копытных в Алма-Атинском заповеднике // Всесоюзное совещание по проблеме кадастра и учета животного мира. – Уфа: Тез, 1989. – С. 199-201.
- 19 Naderi M., Kusar J., Bojarska K., Chynoweth M., Green A., Sekercioglu C.H. Hares, humans, and lynx activity rhythms: who avoids whom? // *Hystrix It. J. Mamm.* – 2021. – Vol. 32, Issue 2. – pp. 147-152. doi: 10.4404/hystrix-00462-2021
- 20 Tang X., Tang Sh., Li X., Menghe D., Bao Wuliji, Xiang Ch., et al. A study of population size and activity patterns and their relationship to the prey species of the Eurasian Lynx using a camera trapping approach // *Animals.* – 2019. – Vol. 9, 864. – pp. 1-12. doi:10.3390/ani9110864
- 21 Podolski I., Belotti E., Bufka L., Sennhenn-Reulen H., Heurich M. Seasonal and daily activity patterns of free-living Eurasian lynx *Lynx lynx* in relation to availability of kills // *Wildlife Biology.* – 2013. – Vol. 19. – pp. 69-77.

22 Heurich M., Hilger A., Kuchenhoff H., Andren H., Bufka L., Krofel M., Mattisson J., Odden J., Persson J., Rauset G.R., Schmidt K., Linnell J.D.C. Activity patterns of Eurasian lynx are modulated by light regime and individual traits over a wide latitudinal range // *PLoS ONE*. – 2014. – 9. doi: 10.1371/journal.pone.0114143

23 Sidorovich V., Gouwy J., Rotenko I. Unknown Eurasian lynx *Lynx lynx*: New findings on the species ecology and behaviour. – Minsk: Chatyry Chverci, 2018. – 274 c.

24 Breitenmoser-Würsten Ch., Zimmermann F., Ryser A., Capt S., Laass J., Siegenthaler A., Breitenmoser U. Untersuchungen zur Luchspopulation in den Nord- westalpen der Schweiz 1997-2000. – Bern: KORA Bericht Nr. 9. KORA, 2001. – 88 c.

25 Ornicāns A., Andersone-Lilley Ž., Žunna A., Pupila A., Ozoliņš J., Vaiders A. Radio tracking of Eurasian lynx *Lynx lynx* in Latvia: first results and conclusions // The 6th Baltic Teriological Conference, Latvia, 11-15 November 2005. – p. 38.

26 Mannil P., Kont R. Action plan for conservation and management of large carnivores (wolf *Canis lupus*, lynx *Lynx lynx*, brown bear *Ursus arctos*) in Estonia 2012-2021. – Estonian Ministry of the Environment. Estonian Game, 2012. – No. 12. – 120 p.

References

1 Harmsen, B.J., Foster, R.J., Silver, S.C., Ostro, L.E.T. and Doncaster, C.P. Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey. *Mamm. Biol.* 2011, 76: 320-324.

2 Bartness, T.J. and Albers, H.E. Activity patterns and the biological clock in mammals. In *Activity patterns in small mammals. Part of the Ecological Studies book series*, edited by Halle S., Stenseth N.C. Springer, Berlin, Heidelberg, 2000. Vol. 141: 23-47. doi: 10.1007/978-3-642-18264-8_3

3 Koshkarev, E.P. *Snezhnyy bars v Kirgizii* [Snow leopard in Kyrgyzstan]. Frunze: Academy of Science, Kyrgyz SSR, Tien Shan high-mountain physical-geographical station, Ilim Publishing House, 1989, 21-22. (In Russian)

4 Sunquist, M. and Sunquist, F. *Wild Cats of the World*. Chicago: University of Chicago Press, IL, USA, 2002, 452.

5 Sidorchuk, N.V., Volchenko, A.E., and Rozhnov, V.V. Opyt ispol'zovaniya fotolovushek pri izuchenii povedencheskoy ekologii barsuka *Meles meles* [Experience of using camera traps in studying the behavioral ecology of the badger *Meles meles*]. In *The riofauna of Russia and adjacent territories: Proceedings of VIII Congress of Teriological society. Proceedings of the International meeting*. Moscow: Tvorchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2007, 455. (In Russian)

6 Bizhanova, N.A., Grachev, Yu.A., Dzhanyspaev, A.D., Grachev, A.A., and Satimbekov, R.S. Monitoring populyatsii khischnykh mlekopitayuschikh s primeneniem fotolovushek v Severnom Tyan'-Shane [Monitoring populations of predatory mammals using camera traps in the Northern Tien Shan]. In *Proceedings of the Republican scientific conference with International participation "Biodiversity conservation and rational use of bioresources"*. Almaty, 2016, 23-30. (In Russian)

7 Caravaggi, A., Gatta, M., Vallely, M.-C., Hogg, K., Freeman, M., Fadaei, E., Dick, J.T.A., Montgomery, W.I., Reid, N., and Tosh, D.G. Seasonal and predator-prey effects on circadian activity of free-ranging mammals revealed by camera traps. *PeerJ*, 2018: e5827. doi: 10.7717/peerj.5827

8 Grachev, A.A., Grachev, Yu.A., and Meldebekov, A.M. Predvaritel'nye rezul'taty izucheniya i monitoringa snezhnogo barsa (*Uncia uncia* Schreber, 1775) s pomosh'yu fotolovushek v Kazahstane [Preliminary results of the study and monitoring of the snow leopard (*Uncia uncia* Schreber, 1775) using camera traps in Kazakhstan]. *Eurasian Journal of Ecology*, 2015, 2/2 (44):

513-518.

9 Grachev, A.A., Grachev, Yu.A., Saparbaev, S.K., and Dzhanyspaev, A.D. *Metodicheskoe rukovodstvo-posobie po monitoringu snezhnogo barsa v Kazahstane* [Methodological manual for snow leopard monitoring in Kazakhstan]. Astana, 2016, 32. (In Russian)

10 Barashkova, A.N. and Smelyansky, I.E. Fotoregistratsiya mlekopitayuschikh v stepyakh Vostochnogo Kazahstana [Photo registration of mammals in the steppes of East Kazakhstan]. In *Proceedings of the III International Scientific Conference "Biological diversity of Asian steppes"*. April 24-27, 2017, Kostanay, 57-61. (In Russian)

11 Barashkova, A., Smelansky, I., Kirilyuk, V., Naidenko, S., Antonevich, A., Gritsina, M., Zhumabai Uulu, K., Koshkin, M., Bat-togtokh, N., Otgonbayar, B., Grachev, A., and Lissovsky, A. Distribution and status of the manul in Central Asia and adjacent areas. *CATnews*, Special Issue 13 Spring 2019: 14-23. ISSN 1027-2992

12 Heptner, V.G. and Sludsky, A.A. *Mlekopitayuschie Sovetskogo Soyuza: posobie dlya universitetov: uchebnoe posobie. V 3 t. T. 2, Ch. 2. Khischnye (gieny i koshki)* [Mammals of the Soviet Union: Guide for universities: textbook. In 3 vols. Vol. 2, Part 2. Carnivores (hyenas and cats)]. Moscow: Higher School, 1972, 553. (In Russian)

13 Zhiryakov, V.A. Turkestanskaya rys' v Zailiyskom Alatau [Turkestan lynx in Zailiysky Alatau]. *Selevinia*, 1995, 1:43-49. (In Russian)

14 Zhiryakov, V.A. and Baidavletov, R.Zh. Kazakhstan. In *Lynx: Regional features of ecology, use and protection*, edited by E.N. Matyushkin and M.A. Vaysfeld. 2003, 523. ISBN 5-02-002789-8

15 Bizhanova, N., Steiner, M., Rametov, N., Grachev, A., Grachev, Y., Bepalov, M., Zhaparkulov, T., Saparbayev, S., Sailaukhanuly, A., Bepalov, S., et al. The Elusive Turkestan Lynx at the Northwestern Edge of Geographic Range: Current Suitable Habitats and Distribution Forecast in the Climate Change. *Sustainability* 2022, 14, 9491: 1-39. doi: 10.3390/su14159491

16 Fedosenko, A.K. Rys' [Lynx]. In *Mammals of Kazakhstan: Vol. 3, Part 2*, Almaty: "Nauka", 1982, 194-203. (In Russian)

17 Zhiryakov, V.A. O rysy v Alma-Atinskom zapovednike [About the lynx in the Alma-Ata Reserve]. In *Rare animals of Kazakh-stan. Materials for the 2nd edition of the Red Book of the Kazakh SSR*, Alma-Ata, 1986, 56-57. (In Russian)

18 Zhiryakov, V.A. Vozdeystvie khischnikov na dinamiku chislennosti kopytnykh v Alma-Atinskom zapovednike [The impact of carnivores on the dynamics of the number of ungulates in the Alma-Ata Reserve]. In *The All-Union Conference on the problem of cadastre and accounting of fauna*, Ufa: Tez, 1989, 199-201. (In Russian)

- 19 Naderi, M., Kusak, J., Bojarska, K., Chynoweth, M., Green, A., and Sekercioglu, C.H. Hares, humans, and lynx activity rhythms: who avoids whom? *Hystrix It. J. Mamm.* 2021; 32(2): 147-152. doi: 10.4404/hystrix-00462-2021
- 20 Tang, X., Tang, Sh., Li, X., Menghe, D., Bao, Wuliji, Xiang, Ch., et al. A study of population size and activity patterns and their relationship to the prey species of the Eurasian Lynx using a camera trapping approach. *Animals*, 2019, 9, 864: 1-12. doi:10.3390/ani9110864
- 21 Podolski, I., Belotti, E., Bufka, L., Sennhenn-Reulen, H., Heurich, M. Seasonal and daily activity patterns of free-living Eur-asian lynx *Lynx lynx* in relation to availability of kills. *Wildlife Biology*, 2013, 19: 69-77.
- 22 Heurich, M., Hilger, A., Kuchenhoff, H., Andren, H., Bufka, L., Krofel, M., Mattisson, J., Odden, J., Persson, J., Rauset, G.R., Schmidt, K., and Linnell, J.D.C. Activity patterns of Eurasian lynx are modulated by light regime and individual traits over a wide latitudinal range. *PLoS ONE*, 2014: 9. doi: 10.1371/journal.pone.0114143
- 23 Sidorovich, V., Gouwy, J., and Rotenko, I. *Unknown Eurasian lynx Lynx lynx: New findings on the species ecology and behaviour*. Minsk: Chatyry Chverci, 2018, 274.
- 24 Breitenmoser-W rsten, Ch., Zimmermann, F., Ryser, A., Capt, S., Laass, J., Siegenthaler, A., and Breitenmoser, U. Untersuchungen zur Luchspopulation in den Nord-westalpen der Schweiz 1997-2000. Bern: KORA Bericht Nr. 9. KORA, 2001, 88.
- 25 Ornicāns, A., Andersone-Lilley, Ž., Žunna, A., Pupila, A., Ozoliņš, J., and Vaiders, A. Radio tracking of Eurasian lynx *Lynx lynx* in Latvia: first results and conclusions. In The 6th Baltic Theriological Conference, Latvia, 11-15 November 2005, 38.
- 26 Mannil P. and Kont R. Action plan for conservation and management of large carnivores (wolf *Canis lupus*, lynx *Lynx lynx*, brown bear *Ursus arctos*) in Estonia 2012-2021. Estonian Ministry of the Environment. Estonian Game, 2012, No 12, 120 p.