

ТУРИЗМ И ЛЕСОХОТНИЧЬЕ ХОЗЯЙСТВО

TOURISM AND FOREST HUNTING

УДК 63+599.742.4

Е. О. Смолярко¹, Н. Т. Юшкевич²

¹Белорусский государственный университет

²Белорусский государственный технологический университет

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОТОЛОВУШЕК В ЦЕЛЯХ МОНИТОРИНГА ЖИВОТНОГО МИРА НА ПРИМЕРЕ ЛОКАЛЬНОЙ ПОПУЛЯЦИИ БАРСУКА (*MELES MELES*)

Сохранение и улучшение биоразнообразия требуют постоянного мониторинга экосистем в качестве источника максимально актуальной информации о текущем состоянии животного и растительного мира. Инфокоммуникационные методы являются действенным, информативным, перспективным направлением изучения диких животных в дополнение к традиционным методам, предусмотренным актуальными техническими и нормативно-правовыми актами Республики Беларусь. На основе многолетнего опыта использования фотоловушек для наблюдения за модельным поселением барсука в статье дается краткая оценка функциональных возможностей и целесообразности использования фотоловушек для обнаружения мест обитания диких животных, учета их численности, а также изучения их образа жизни. Также рассматриваются сложности применения метода и даются предложения по решению возможных проблем. Предлагаемые в статье практические рекомендации по выбору мест установки фотоловушек, их эксплуатации, настройке и обработке полученных материалов применимы в лесохозяйственных учреждениях, охотхозяйствах, научных организациях Республики Беларусь, а также могут быть использованы представителями гражданской науки. Научная значимость применения результатов настоящего исследования заключается в развитии теоретико-методических основ применения фотоловушек при мониторинге животного мира, в частности для учета численности диких животных и изучения их жизнедеятельности.

Ключевые слова: барсук, учет численности, мониторинг диких животных, фотоловушка, суточная активность, антропогенный фактор.

Для цитирования: Смолярко Е. О., Юшкевич Н. Т. Опыт использования фотоловушек в целях мониторинга животного мира на примере локальной популяции барсука (*Meles meles*) // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2025. № 1 (288). С. 59–68.

DOI: 10.52065/2519-402X-2025-288-6.

Е. О. Smolyarko¹, N. T. Yushkevich²

¹Belarusian State University

²Belarusian State Technological University

CAMERA TRAPPING EXPERIENCE IN WILDLIFE MONITORING BY EXAMPLE OF BADGER (*MELES MELES*) SETTLEMENT

Conservation of biodiversity requires a permanent monitoring of ecosystems as a source of the most relevant information on the actual state of local flora and fauna. Infocommunication methods are an effective, informative and contemporary trend of studying wild animals in addition to traditional methods provided by actual technical and regulatory legal acts in the Republic of Belarus. On the basement of long-term monitoring experience of badger settlement the article provides brief review of the functionality and usage of camera traps to find wild animal habitats, to evaluate the population abundance and to study animal's behavioral ecology. Some challenges of using this method and possible solutions are considered. The practical recommendations proposed in the article are applicable in forestry, hunting grounds, scientific organizations of the Republic of Belarus, as well as for citizen science representatives. The scientific application of the results of this study is the development of theoretical and methodological foundations for the use of camera traps in wildlife monitoring.

Keywords: badger, abundance estimation, wild animals monitoring, camera trap, daily activity, anthropogenic factor.

For citation: Smolyarko E. O., Yushkevich N. T. Camera trapping experience in wildlife monitoring by example of badger (*Meles meles*) settlement. *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2025, no. 1 (288), pp. 59–68 (In Russian).

DOI: 10.52065/2519-402X-2025-288-6.

Введение. Биоразнообразие является основой множества услуг, предоставляемых как на местном, так и на глобальном уровне, а ответы на снижение биоразнообразия могут иметь различный характер – от эмоционального до сугубо утилитарного. Снижение локального биоразнообразия в свою очередь может служить своего рода маркером для своевременного обнаружения более глубоких проблем. Именно поэтому важно вести непрерывный мониторинг состояния как охраняемых представителей растительного и животного мира, находящихся под угрозой исчезновения, так и биоразнообразия в целом.

Согласно постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 21 декабря 2021 г. № 733 «О Национальном плане действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия на 2021–2025 годы», сохранение биологического разнообразия в Республике Беларусь и обеспечение его устойчивого использования являются одними из приоритетных направлений государственной политики в экологической сфере и реализуются путем применения различных механизмов, к числу которых относятся:

- осуществление контроля за вселением в уголья новых видов диких животных и дикорастущих растений, а также мер по борьбе с инвазивными чужеродными видами;

- ведение кадастра животного и растительного мира и иных кадастров в части сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия;

- осуществление мониторинга животного и растительного мира, комплексного мониторинга экологических систем на особо охраняемых природных территориях.

Фотоловушки – один из наиболее перспективных не прямых методов мониторинга диких животных с применением автоматических устройств для записи, хранения и передачи фото- и видеоматериалов, позволяющих вести наблюдение за животным миром с минимальной степенью влияния на поведенческие особенности диких животных, что дает возможность получать максимально объективную информацию для дальнейшей обработки как в научных, так и сугубо прикладных целях.

Основная часть. Лесные массивы, содержащие в себе множество разнородных областей биоразнообразия, особенно сложны в решении вопросов учета животных из-за их труднодо-

ступности и ограниченности обзора по сравнению с открытыми ландшафтами. Автоматические фотокамеры с датчиками движения и сенсорами (обычно пассивными инфракрасными) уже несколько десятилетий как зарекомендовали себя в качестве мощного инструмента изучения лесных диких животных. Хотя изучение фауны с использованием фотоловушек требует относительно высоких начальных вложений, у этого метода есть существенное преимущество в эксплуатационной стоимости: научному и техническому персоналу нет необходимости работать в районе исследования за исключением непосредственно установки, проверки и снятия оборудования. Метод является менее травматичным как для растительного, так и для животного мира по сравнению с традиционными методами. При достаточном количестве оборудования исследователю доступен массив данных, для обработки которых требуется конкретная статистическая модель (REM – Random Encounter Method, REST – Random Encounter Stay Time или их производные) и план исследования, разработанный под эту модель [1]. Фотоловушки – метод не прямых исследований, который можно применять в различных условиях окружающей среды и при этом получать надежные, достоверные, сравнимые между собой данные без влияния на поведение и реакцию животных.

Тема учета и исследования образа жизни барсука особенно актуальна, поскольку по косвенным признакам в Республике Беларусь отмечается рост его численности и, как следствие, в настоящее время рассматривается возможная корректировка его охранного статуса [2]. С учетом относительной малочисленности и скрытного образа жизни универсальные методики, предусмотренные ТКП 624–2018 (33090) «Технология учета охотничьих животных», дают результат с очень высокой степенью погрешности, не позволяющей делать обоснованные выводы о реальной численности животных с последующей экстраполяцией результатов в масштабах всей страны. В настоящее время для этого в основном применяются методы изучения, подразумевающие использование косвенных данных, либо методы, предполагающие изъятие животных из естественной среды обитания, что недопустимо, когда речь идет о редких и охраняемых видах. Кроме того, подобные методы характеризуются низкой репрезентативностью и высокой степенью погрешности (в том числе при количественной

оценке популяции), поскольку не дают достаточно достоверного представления о тех либо иных аспектах жизнедеятельности в условиях естественной среды обитания. Метод фотоловушек со всеми его производными формами наиболее полно отвечает этим требованиям и поставленным задачам по изучению животных.

В ходе подготовки к настоящему исследованию был осмотрен лесной массив в пределах кварталов 169, 173 и 175 Радосковичского лесничества Молодечненского лесхоза. На данной территории ранее были обнаружены признаки обитания барсука обыкновенного – норы с многочисленными отнорками, покопы, экскременты, следы. В виду преимущественно ночного образа жизни барсука возможность непосредственного наблюдения животных была исключена, поэтому подтвердить обитание в норах именно барсука и достоверно оценить его численность традиционными методами оказалось невозможно, что и определило выбор метода исследования. Наблюдение за животными с помощью фотоловушек определяется как надежный метод оценки размера популяции [3] и ее плотности. Достоверность результатов неоднократно подтверждалась предыдущими исследованиями с использованием фотоловушек, например для оценки плотности заранее известной популяции дикого кабана без необходимости индивидуального распознавания [4–6].

Объектом настоящего исследования является модельное поселение барсука в месте его постоянного обитания в районе деревень Вязынка, Повязынь и Володьки Молодечненского района Минской области. Данная территория расположена на Минской возвышенности Белорусской гряды со средней высотой 200–300 м. Рельеф территории наблюдений – грядово-холмистовувалистый с отдельными моренными и камовыми холмами. На камовых участках крутизна склонов достигает 20–25°. Северный склон возвышенности образует уступ высотой около 50 м и углом наклона 25–30°, выходящий к Нарочано-Вилейской низменности. В антропогенных слоях присутствуют отложения всех оледенений (кроме Поозерского) и межледниковых периодов. Наибольший вклад внесли Днепровское и Сожское (Московское) оледенения, мощность слоев которых превышает 250 м. На вершинах холмов и гряд представлены буровато-коричневые, легкосуглинистые и супесчаные морены с большим количеством валунов. Территорию перерезают долины рек, многочисленные ложины стока, короткие овраги. На пологих склонах сформированы делювиальные шлейфы [7].

Таким образом, географические особенности наблюдаемой местности являются характерными, типичными для проживания барсука – сложный

рельеф с частым чередованием возвышенностей и понижений с преобладанием рыхлых осадочных горных пород в виде песков и супесей, смешанный лес, наличие источников воды [8].

Одной из особенностей территории обитания изучаемой локальной популяции барсука является непосредственная близость населенных пунктов и сельскохозяйственных земель, на которых ведется интенсивное земледелие. Лесной массив находится в аренде Молодечненской районной организационной структуры Белорусского общества охотников и рыболовов и является охотничьими угодьями (за исключением мест обитания охраняемых животных). Особенностью района является также одна из самых высоких в стране плотность дачных и садовых кооперативов, что существенно увеличивает рекреационную нагрузку на близлежащие лесные комплексы особенно в летне-осенний период. Также здесь регулярно проводятся соревнования по спортивному ориентированию. Таким образом, наблюдаемая популяция барсука существует под сильным влиянием ряда антропогенных факторов, что является предметом отдельного изучения с применением фотоловушек. За время проведения исследования собрано достаточное количество данных для формирования предположения о влиянии антропогенного фактора беспокойства животных на их суточную активность [9].

По данным многолетних наблюдений на метеостанции «Вилейка», среднегодовая температура воздуха в районе составляет +5,7°C. Средняя температура января –6,6°C; минимальная температура –37°C. Средняя температура июля составляет +17,6°C; абсолютный максимум +35°C. Протяженность безморозного периода в воздухе составляет около 203 дней. Ежегодно отмечается около 80 дней со среднесуточной температурой воздуха выше +15°C, продолжительность вегетационного периода составляет 187–189 дней. Зимний период с устойчивыми отрицательными температурами начинается в среднем с первых чисел декабря [10].

В ходе исследования применялись фотоловушки производства Suntek (модели серий HC800, HC900) и Bolyguard (модели SG520, BG310) с интегрированным датчиком температуры, позволяющим измерять и записывать температуру окружающей среды в моменты срабатывания устройства. Необходимо отметить, что статистическая выборка данных о температуре с фотоловушек ограничена показаниями только в моменты срабатывания устройства и не в полной мере отражает суточные и годовые колебания температуры, поскольку напрямую завязана на активность животных (срабатывания датчика движения), которая зависит в том числе от времени года (например, активность барсука в период спячки в

зимние месяцы минимальна и измерений мало, в то время как в теплое время года барсук активен и температура фиксируется ежедневно, неоднократно в течение суток). Кроме того, датчики температуры, расположенные в корпусе фотоловушек, имеют значительную погрешность измерений в том числе в большей степени за счет нагрева внутреннего пространства устройства в процессе его работы (нагрев интегральных схем, цифровой светочувствительной матрицы, элементов питания). Эту особенность получаемых таким образом данных непременно требуется учитывать при обработке результатов и при необходимости их верифицировать, корректировать и дополнять данными из других источников, для чего целесообразно использовать отдельные специализированные устройства для сбора, хранения и передачи телеметрической информации (температура, влажность воздуха, атмосферное давление). Так, например, в рамках изучения поведенческой экологии барсука в Дарвинском заповеднике (Россия) положительно зарекомендовала себя система автономной регистрации температуры и влажности на базе решения от Dallas Semiconductor – гигрохроны DS1923-F5 [11]. В исследовании, описываемом в данной статье, для мониторинга микроклимата барсучьих нор применялись логгеры Inkbird IBS-TH1, хранящие в энергонезависимой памяти массив информации о температуре и влажности воздуха объемом до 30 000 записей, что позволяет использовать данное решение в автономном режиме (с поправкой на емкость элемента питания) до полугода. В свою очередь, для мониторинга температуры и влажности окружающей среды использовалось иное решение на базе промышленного гигрохрона DT-171 с емкостью энергонезависимой памяти до 32 000 записей.

Места установки фотоловушек выбирались таргетированным методом (т. е. устанавливались в местах с гарантированным присутствием животных, а именно на обитаемых норах, внутри поселения, на тропах), который в общем случае характеризуется как нежелательный с точки зрения предвзятости сбора статистических данных при учете общей численности диких животных, поскольку при численной оценке популяции животных случайный фактор размещения фотоловушек является обязательным условием [1]. Однако целью данного исследования являлась оценка состояния отдельно взятого модельного поселения, поэтому данный метод оправдан и подходит в том числе не только для оценки численности, но и в целях изучения поведенческих особенностей животных, что в свою очередь находится за рамками существующих моделей оценки численности и плотности популяций типа REM, REST и др.

В общей сложности непрерывные наблюдения за модельной популяцией барсука ведутся с лета

2021 г. В рамках данной статьи рассматриваются статистические данные, полученные за период с 1 января 2022 г. по 31 декабря 2023 г., т. е. на протяжении двух календарных лет. В местах организации мониторинга животных в общей сложности постоянно используются около 6 фотоловушек с незначительной их ротацией по причине временного выхода из строя отдельных экземпляров или использования на других объектах, что за два года работы обеспечило 4380 ловушкосутки. Установка нескольких камер в одном месте обитания барсуков произведена для максимально полного охвата территории и нор (отнорков), недоступных полем зрения одной камеры, что позволило увеличить достоверность учета животных без индивидуального распознавания особей.

На всех фотоловушках был настроен режим записи видеороликов высокого разрешения в формате FullHD (1080p) с записью звука, сжатием видеопотока кодеком MJPG, частотой кадров 30 fps, общей длительностью записи 30 с и защитным интервалом между срабатываниями датчика 5 с. При указанной настройке режима работы фотоловушки комплекта из 8 аккумуляторных батарей типоразмера AA (R6, LR6) было достаточно для гарантированной бесперебойной работы в течение 2 недель при ежедневной съемке, в том числе с использованием инфракрасной подсветки (наиболее энергоемкий потребитель ресурса питания) в темное время суток. В качестве источника питания при этом использовались никель-металлогидридные аккумуляторные батареи с рабочим напряжением 1,2 В и емкостью 2100 мАч. Таким образом, при необходимости время автономной работы камеры может быть увеличено как за счет использования аккумуляторов более высокой емкости, так и путем замены аккумуляторов на качественные щелочные батареи с напряжением 1,5 В. Кроме того, в целях только лишь обнаружения и учета диких животных (в том числе с индивидуальным распознаванием особей) без необходимости изучения их поведения данный метод целесообразно применять в значительно менее энергозатратном режиме – режиме фотофиксации путем съемки одиночных кадров или серии кадров, сохраняемых в формате JPG в достаточном для дальнейшей обработки качестве снимка. В рамках данного исследования такой подход не применялся, поэтому достоверно оценить время работы фотоловушки в этом режиме возможным не представляется, однако можно предположить, что оно превышает полученные результаты в разы [8].

При настройке длительности времени видеозаписи необходимо отталкиваться в первую очередь от прогнозируемого ресурса фотоловушки по питанию и от предполагаемой модели поведения животных перед ней. При высоком расходе ресурса питания и при невозможности частой

замены элементов питания желательно выбирать небольшую длительность записи 5–10 с, поскольку при критическом разряде батареи и отключении фотоловушки в момент записи видеофайла есть риск повреждения не только текущей видеозаписи, но и файловой системы вместе со всеми сохраненными ранее записями на установленном носителе информации. Выбор места установки фотоловушки также имеет значение при определении требуемой длительности видеоролика. Непродолжительное время записи рекомендуется выбирать для тех мест установки, где животные появляются в кадре на незначительное время транзитом: на тропах или в новых неизученных местах. В местах обитания (выходы из нор, городки), кормления, отдыха животных имеет смысл устанавливать большее время записи – от 30 с до 1 мин, сохраняя при этом баланс с ресурсом элементов питания для каждой отдельно взятой ситуации.

В абсолютном большинстве случаев фотоловушки размещались на стволах деревьев. Крепление фотоловушек осуществлялось с помощью капронового ремня с пружинным механизмом фиксации его затяжки. Кроме ремня возможно применение металлических воротков с дюймовой резьбой для крепления с использованием штативного гнезда, которым оснащаются практически все фотоловушки, а также более сложных механизмов крепления (кронштейнов) фотоловушек на твердых поверхностях как вертикальных, так и горизонтальных. Все они подразумевают травмирование живого дерева путем вворачивания крепления и саморезов в древесину. Такие методы желательно использовать при размещении устройств на валежнике, пнях и остолопах, однако в ряде случаев их размещение на живых деревьях может быть оправдано.

Обработка полученного материала в целях оценки численности, когда важно только определение наличия животного в кадре, идентификация его вида и время нахождения, оптимальна с применением автоматизированных программных средств на базе нейросетевых алгоритмов Camelot, Photospread, Camera Trap Manager и др. [12, 13]. Однако, если речь идет об изучении поведенческих особенностей животных, в настоящее время целесообразно использование ручной обработки материала, для чего требуется отсматривать видеоматериалы индивидуально и вручную вносить информацию в базу данных.

За описываемый период наблюдений фотоловушками в рамках данного исследования было зарегистрировано в общей сложности почти 7000 событий общей длительностью около 60 ч. На фото и видео запечатлены животные, птицы и люди в соотношении 96, 3 и 1% соответственно.

Люди, появлявшиеся в объективе фотоловушек, это охотники, грибники, работники лесхоза,

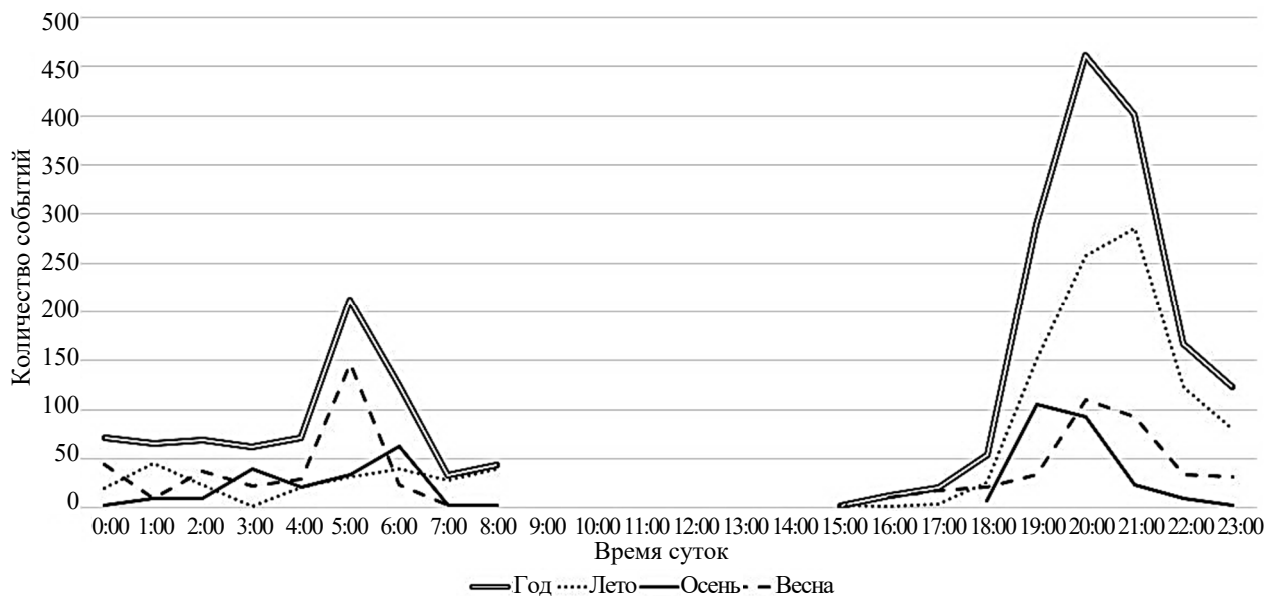
спортсмены-ориентировщики, представители госинспекции. Птицы в основном были представлены дроздами, сойками, дневными и ночными хищниками, яблниками, малиновками, а также единично регистрировались кедровка, желна, рябчик, снегирь.

Видовое разнообразие млекопитающих со значительным количественным перевесом представлено в первую очередь барсуком как целевым видом исследования, а также лисами и собаками, которые интересовались барсучьими норами в силу своей поведенческой специфики. Среди копытных в равной степени запечатлены лось и косуля, в меньшей степени кабан в силу нехарактерного для его обитания биотопа, а среди грызунов – различные виды мышей и белок. Хищники представлены немногочисленными енотовидными собаками, куницей и единичными регистрациями рыси европейской.

Всего за указанный период наблюдений было зарегистрировано 11 видов млекопитающих, из которых 2 занесены в Красную книгу РФ, что в целом сравнимо с результатами аналогичного изучения фауны Березинского биосферного заповедника в 2022 г. [14] и достаточно положительно характеризует биологическое разнообразие и состояние наблюдаемой территории. Полученные данные могут быть использованы в ряде научных исследований, связанных с биологией животных.

Так, например, с точки зрения учета количества особей барсука изучаемой популяции, согласно полученным данным, на наблюдаемом поселении в 2021 г. обитало 2 взрослые особи, а в 2022 г. – уже 6 особей: пара взрослых барсуков и четверо барсучат, которые были впервые зафиксированы в апреле 2022 г. По данным фиксаций осени 2022 г., есть основания предположить, что не все барсучата выжили. В сентябре – октябре достоверно было известно только о двух барсучатах (одновременное нахождение в кадре). При этом после зимней спячки по состоянию на 11 марта 2023 г., был зарегистрирован выход только одного барсука [8].

На основе данных с фотоловушек можно получить поведенческую картину или активность на годичном, сезонном, суточном уровнях [15]. По результатам обработки данных можно утверждать, что большую часть времени возле норы барсук занимается ее чисткой, грумингом и аллогрумингом, сбором и обновлением подстилки из сухой травы и листьев. Активность животных наблюдается с 19:00 до 6:00, с двумя выраженными пиками суточной активности у норы – с 19:00 до 21:00 (выход из норы после дневного отдыха) и с 3:00 до 6:00 (возвращение) с ощутимым перевесом вечерней активности, который объясняется тем, что именно в это время барсук приводит себя и свое жилище в порядок после отдыха. Утром барсук, как правило, возвращается с ночного кормления и надолго у норы не задерживается.



Распределение активности барсука по часовым промежуткам (по вертикальной оси приводится количество 30-секундных видеозаписей с барсуком в кадре суммарно в течение года)

Период спячки барсука зимой 2022 г. завершился в начале весны, когда 20 марта барсуки не только вышли из норы на достаточно продолжительное время, но и занялись ее тщательной чисткой. В середине мая пара барсуков дала потомство, и на ряде кадров фотоловушка запечатлела четырех барсучат.

На графике хорошо отслеживаются сезонные особенности суточной активности животных. В летний период наблюдается не только наибольшая частота активности животных, но и практически постоянная активность особей в течение суток. Немногочисленные выходы барсука летом в середине дня (13:00–15:00) связаны с игровой активностью подрастающих барсучат, которая к осени исчезает по мере их взросления.

Осенняя активность у норы выражена в меньшей степени по сравнению с весенней и летней, что обусловлено необходимостью усиленного питания для создания нужного для зимовки запаса жировых отложений. Зимняя спячка началась в первых числах ноября, в этот период активность животных представлена единичными выходами барсуков без отлучки от норы только для утоления жажды при необходимости (едят снег).

Данные о погодных условиях собраны при анализе видеозаписей и носят несколько субъективный характер. Тем не менее распределение активности выглядит следующим образом: ветреная погода – 2,8%, снегопад – 3,5%, туман – 5,74%, дождь – 11,48%, солнечно – 17,23%. Низкий процент активности при некоторых погодных явлениях (например, во время снегопада) можно объяснить особенностями экологии вида, а именно периодом спячки в зимний период, на который приходится большая часть

снегопадов в течение года, из-за чего в статистике учитываются только те кратковременные снегопады, которые пришлось на период активности животных в межсезонье (конец осени, начало весны). Наибольшая активность (более 40% событий) барсука отмечается в теплое время года, когда температура воздуха составляет 16–26°C. Локальный пик (18,46%) диапазона от 1 до 5°C приходится на периоды перед спячкой и после нее (ноябрь и март), что обусловлено подготовкой жилища к зиме и его чисткой после.

Отдельный интерес представляют выходы барсука из норы на фоне присутствия рядом с ней других видов животных. За отчетный период зафиксировано несколько десятков регистраций, когда в течение 1 ч (гранулярность собираемой статистики) возле отнорка находились белка, лисица, енотовидная собака, косуля, охотничьи собаки, а также птицы (черный дрозд, лесной конек), после чего фиксировался выход барсука. В основном барсук предпочитает не пересекаться с представителями других видов и даже в периоды наибольшей своей активности, в случае присутствия других животных, как правило, из норы не выходит. Однако наблюдались ситуации одновременного бесконфликтного нахождения барсука с другими животными возле норы. Достоверно зафиксированы факты соседства барсуков с косулей и щенком лисицы, когда животные находились в поле зрения друг друга, не проявляя признаков агрессии или беспокойства [15]. В 2023 г. фотоловушками зафиксировано около 200 визитов бродячих и охотничьих собак на барсучье поселение с суммарной длительностью пребывания возле нор около 1,5 ч [9]. Начало и конец суточной

активности барсука, когда он выходит из норы после сна и возвращается назад после ночной кормежки, приходится соответственно на 20:00 и 4:00. При этом нужно заметить, что эти данные относятся к теплому сезону (март – ноябрь), так как в зимние месяцы 2023 г. выходы барсука из нор не фиксировались. При этом данные довольно схожи с таковыми в других частях ареала барсука, например, южнее, в Польше (животные выходили из поселений в 19:00 и возвращались к ним в 3:40) [16], и севернее, в России (в 21:00 и 4:00) [17].

Согласно данным, полученным на модельном поселении барсука, он является животным с сумеречно-ночной активностью, как отмечается для большей части ареала этого вида [16, 18]. Тем не менее рядом исследователей показана и дневная активность барсука [17, 19, 20]. Среди возможных причин подобного характера деятельности рассматривается низкая степень антропогенной нагрузки в районах исследований [21–23]. Возможно, что и на модельной территории настоящего исследования именно антропогенным фактором беспокойства животных и определяется их активность [8].

Заключение. На основе приведенных выше примеров можно сделать вывод о возможности использования записей с фотоловушек даже «постфактум», оперируя архивными данными в целях исследований произвольной направленности, не предусмотренных изначальным проектом по сбору материала. Это характеризует фотоловушки как метод мониторинга диких животных с высокой избыточностью собираемых данных, что по факту является существенным плюсом. Метод положительно зарекомендовал себя при использовании в лесных массивах, где иные способы не применимы или отличаются низкой достоверностью. Значимость его применения обусловлена еще и тем, что он дает возможность уйти от основной проблематики традиционных методов учета диких животных – предвзятости, человеческого фактора и высокой погрешности при оценке численности, плотности и границ изучаемой популяции, а также позволяет устранить влияние присутствия исследователя на реакцию животных в соответствующих исследованиях в области поведенческой экологии. Запись, хранение и максимально полная и грамотная расшифровка видеозаписей с животными позволяет собрать архивный массив данных, область применения которого находится за пределами текущих исследований и может быть впоследствии успешно использована в иных областях науки.

Использование фотоловушек показало, что это неотъемлемый инструмент получения актуальных данных об относительной численности млекопитающих в долговременных стационарных исследованиях. Так, например, опыт применения данного метода исследований на территории Березинского заповедника в настоящее время позволяет получать актуальные данные о динамике популяций диких животных, которые необходимы для понимания происходящих экологических процессов [14].

С использованием фотоловушек возможен сбор сопутствующей информации о популяционных (половозрастная структура, воспроизводство) и поведенческих (активность, взаимодействие с другими видами) особенностях животных. Этот метод может успешно применяться в условиях территорий с ограниченной видимостью и при наблюдении за животными, ведущими скрытный (в том числе ночной) образ жизни. По итогам проведенной работы можно утверждать, что эффективность применения предложенного метода достаточно высока и его можно использовать для мониторинга популяций диких животных с целью оценки их состояния, поскольку предоставляется возможность максимально комплексно отслеживать популяционные динамические процессы и давать оценку жизнедеятельности объектов исследований по ряду параметров.

Преимущество сбора данных в описываемом в работе объеме и формате (особенно при условии сохранения исходного материала) заключается в некоторой исходной избыточности, которая впоследствии дает возможность использовать их для многостороннего анализа, в том числе и в изначально не предусмотренных целях, что позволяет решать задачи в значительно более широком спектре различных областей применения при том же уровне временных, финансовых и трудовых затрат [24].

Достижение целей сохранения и улучшения биоразнообразия как на глобальном, так и национальном уровнях невозможно без непрерывного мониторинга экосистем в качестве источника максимально актуальной информации о текущем состоянии животного и растительного мира. Перспективные методы, включая фотоловушки, используемые для наблюдения за дикими животными и изучения среды их обитания, в полной мере отвечают поставленным задачам и должны применяться с параллельным формированием методической и правовой баз.

Список литературы

1. Hongo S., Nakashima Y., Yajima G. A practical guide for estimating animal density using camera traps: Focus on the REST model // bioRxiv. 2021. DOI: 10.1101/2021.05.18.444583.
2. Кононов С. Барсуку не грозит исчезновение // Паляўнічы і рыбалоў. 2022. № 20. С. 6.

3. Rovero F., Marshall A. R. Camera trapping photographic rate as an index of density in forest ungulates // J. Appl. Ecol. 2009. No. 46 (5). P. 1011–1017. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2009.01705.x.
4. Assessing precision and requirements of three methods to estimate roe deer density / A. Marcon [et al.] // Plos One. 2019. No. 14 (10). P. 1–15. DOI: 10.1371/journal.pone.0222349.
5. Pictures or pellets? Comparing camera trapping and dung counts as methods for estimating population densities of ungulates / S. E. Pfeffer [et al.] // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2018. No. 4 (2). P. 173–183. DOI: 10.1002/rse2.67.
6. Mortality rates of wild boar *Sus scrofa* L. in central Europe / O. Keuling [et al.] // European Journal of Wildlife Research. 2013. Vol. 59 (6). P. 805–814. DOI: 10.1007/s10344-013-0733-8.
7. Якушка В. П. Радашковіцкае ўзвышша // Беларуская энцыклапедыя: у 18 т. Мінск: БелЭн, 1996–2004. Т. 13. 2001. С. 206–207.
8. Смолярко Е. О., Соловей И. А., Юшкевич Н. Т. Опыт использования фотоловушек для наблюдений за барсуком обыкновенным *Meles meles* // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: сб. материалов IX междунар. науч.-практ. конф., р. п. Краснообск, 20 апр. 2023 г. Новосибирск, 2023. Т. I. С. 252–256. URL: [https://sfscs.ru/upload/iblock/690/d5rx9mda3qti50fqweu4ht4qfxjk7mlf/сборн_конф_СМУ-2023_A4_том1%20с%20исправлениями%20в%20печать%20\(1\).pdf](https://sfscs.ru/upload/iblock/690/d5rx9mda3qti50fqweu4ht4qfxjk7mlf/сборн_конф_СМУ-2023_A4_том1%20с%20исправлениями%20в%20печать%20(1).pdf) (дата обращения: 06.11.2024).
9. Смолярко Е. О., Соловей И. А., Юшкевич Н. Т. Некоторые данные об активности барсука обыкновенного *Meles meles* около нор на фоне посещения его поселения собаками // Состояние среды обитания и фауна охотничьих животных России и сопредельных территорий: сб. материалов III междунар., VIII всерос. науч.-практ. конф., Москва, 18–19 марта 2024 г. М., 2024. С. 107–111. URL: https://mooir.ru/statics/uploads/files/Conf_2024.pdf (дата обращения: 06.11.2024).
10. Материалы лесоустройства лесного фонда государственного лесохозяйственного учреждения «Молодечненский лесхоз» Минского государственного производственного лесохозяйственного объединения Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь на период с 01.01.2021 по 31.12.2030. Минск, 2020. 50 с.
11. Сидорчук Н. В., Рожнов В. В. Европейский барсук в Дарвинском заповеднике. Традиционные и новые методы в изучении экологии и поведения норных хищников. М.: КМК, 2010. 122 с.
12. Огурцов С. С. Обзор программного обеспечения для обработки и анализа данных с фотоловушек: последние новинки, работа с видео и ГИС // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2019. № 4 (2). С. 95–124. DOI: 10.24189/ncr.2019.019.
13. Огурцов С. С., Волков В. П., Желтухин А. С. Обзор современных способов хранения, обработки и анализа данных с фотоловушек в зоологических исследованиях // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2017. № 2 (1). С. 73–98. DOI: 10.24189/ncr.2017.057.
14. Первые результаты мониторинга крупных и средних видов млекопитающих с помощью фотоловушек в Березинском биосферном заповеднике в 2022 году / А. В. Рак [и др.] // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. Вып. 18. С. 153–161.
15. Смолярко Е. О., Соловей И. А., Юшкевич Н. Т. Анализ активности барсука *Meles meles* у норы в 2022–2023 биологическом году // Актуальные проблемы экологии: сб. науч. ст. Гродно, 2023. С. 135–137. URL: <https://elib.belstu.by/handle/123456789/64967> (дата обращения: 06.11.2024).
16. Kowalczyk R., Jedrzejewska B., Zalewski A. Annual and circadian activity patterns of badgers (*Meles meles*) in Białowieża Primeval Forest (eastern Poland) compared with other Palaearctic populations // Journal of Biogeography. 2003. Vol. 30. P. 463–472. DOI: 10.1046/j.1365-2699.2003.00804.x.
17. Sidorchuk N., Rozhnov V. Daily activity of the European Badger (*Meles meles*, *Mustelidae*, *Carnivora*) on setts in Darwin Reserve and Meschera National Park (Russia) in summer and autumn // Nature Conservation Research. 2018. Vol. 3 (2). P. 47–56. DOI: 10.24189/ncr.2018.032.
18. Neal E., Cheeseman C. Badgers. London: T&ADPoyser, 1996. 271 p.
19. Данилов П. И., Туманов И. Л. Куны северо-запада СССР. Л.: Наука, 1976. 256 с.
20. Rodrigues A., Martin R., Delibes M. Space use and activity in a Mediterranean population of badgers *Meles meles* // Acta Theriologica. 1996. Vol. 41 (1). P. 59–72. DOI: 10.4098/AT.arch.96-5.
21. Jenkinson S., Wheate C. P. The influence of public access and sett visibility on badger (*Meles meles*) sett disturbance and persistence // J. Zool. 1998. Vol. 246. P. 478–482. DOI: 10.1111/j.1469-7998.1998.tb00186.x.
22. Activity of badgers (*Meles meles*) in Central Poland / J. Goszczyński [et al.] // Mammalian Biology. 2005. Vol. 70 (1). P. 1–11. DOI: 10.1078/1616-5047-00171.
23. Vigilance in badgers *Meles meles*: the effects of group size and human persecution / F. A. M. Tuytens [et al.] // Acta Theriologica. 2001. Vol. 46 (1). P. 79–86. DOI: 10.1007/BF03192419.
24. Смолярко Е. О. Перспективы применения беспилотных летательных аппаратов для мониторинга и изучения животного мира на особо охраняемых природных территориях // Беспилотные

аппараты «БПЛА – 2024»: сб. ст. междунар. молодежного форума, 22–26 апреля 2024 г. Минск, 2024. С. 80–84. URL: <https://elib.belstu.by/handle/123456789/65208> (дата обращения: 06.11.2024).

References

1. Hongo S., Nakashima Y., Yajima G. A practical guide for estimating animal density using camera traps: Focus on the REST model. *bioRxiv*. 2021. DOI: 10.1101/2021.05.18.444583.
2. Kononov S. No danger of extinction for badger. *Palyaunichy i rybalou* [Hunter and angler], 2022, no. 20, p. 6 (In Russian).
3. Rovero F., Marshall A. R. Camera trapping photographic rate as an index of density in forest ungulates. *J. Appl. Ecol.*, 2009, no. 46 (5), pp. 1011–1017. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2009.01705.x.
4. Marcon A., Battocchio D., Apollonio M., Grignolio S. Assessing precision and requirements of three methods to estimate roe deer density. *Plos One*, 2019, no. 14 (10), pp. 1–15. DOI: 10.1371/022234.
5. Pfeffer S. E., Spitzer R., Andrew M., Allen A. M., Hofmeester T. R., Ericsson G., Widemo F., Singh N. J., Crooms J. Pictures or pellets? Comparing camera trapping and dung counts as methods for estimating population densities of ungulates. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2018, no. 4 (2), pp. 173–183. DOI: 10.1002/rse2.67.
6. Keuling O., Baubet E., Duscher A., Ebert C., Fischer C., Monaco A., Podgorski T., Prevot C., Ronnenberg K., Sodeikat G., Stier N., Thurfjell H. Mortality rates of wild boar *Sus scrofa* L. in central Europe. *European Journal of Wildlife Research*, 2013, vol. 59 (6), pp. 805–814. DOI: 10.1007/s10344-013-0733-8.
7. Yakushka V. P. Radashkovichi Upland. *Belaruskaya entsyklapedyya: u 18 tamakh* [Belorussian Encyclopedia: in 18 vol.]. Minsk, BelEn Publ., 1996–2004, vol. 13, 2001, pp. 206–207 (In Belarusian).
8. Smolyarko E. O., Solovey I. A., Yushkevich N. T. Camera trapping experience of badger *meles meles* observation. *Noveyshiye napravleniya razvitiya agrarnoy nauki v rabotakh molodykh uchennykh: sbornik materialov IX mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [The latest trends of development of agricultural science in the works of young scientists: collection of materials of the IX international scientific and practical conference]. Novosibirsk, 2023, vol. 1, pp. 252–256. Available at: [https://sfsc.ru/upload/iblock/690/d5rx9mda3qti50fqweu4ht4qfxjk7mlf/сборн_конф_СМУ-2023_A4_том1%20с%20исправлениями%20в%20печать%20\(1\).pdf](https://sfsc.ru/upload/iblock/690/d5rx9mda3qti50fqweu4ht4qfxjk7mlf/сборн_конф_СМУ-2023_A4_том1%20с%20исправлениями%20в%20печать%20(1).pdf) (accessed 06.11.2024) (In Russian).
9. Smolyarko E. O., Solovey I. A., Yushkevich N. T. Some new data about badger *meles meles* activity during dogs visits in the settlement. *Sostoyaniye sredi obitaniya i fauna okhotnich'ikh zhivotnykh Rossii i sopredel'nykh territoriy: materialy III Mezhdunarodnoy, VIII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [The state of the habitat and fauna of game animals in Russia and adjacent territories: materials of the III International, VIII All-Russian scientific and practical conference]. Moscow, 2024, pp. 107–111. Available at: https://moor.ru/statics/uploads/files/Conf_2024.pdf (accessed 06.11.2024) (In Russian).
10. *Materialy lesoustroystva lesnogo fonda gosudarstvennogo lesokhozyaystvennogo uchrezhdeniya “Molodechnskiy leskhov” Minskogo gosudarstvennogo proizvodstvennogo lesokhozyaystvennogo ob'yedineniya Ministerstva lesnogo khozyaystva Respubliki Belarus' na period s 01.01.2021 po 31.12.2030* [Forest management materials of the forest fund of the state forestry institution “Molodechno forestry” of the Minsk state production forestry association of the Ministry of Forestry of the Republic of Belarus for the period from 01.01.2021 to 31.12.2030]. Minsk, 2020. 50 p. (In Russian).
11. Sidorchuk N. V., Rozhnov V. V. *Evropeyskiy barsuk v Darvinskoy zapovednike. Traditsionnyye i novyye metody v izuchenii ekologii i povedeniya normykh khishchnikov* [European badger in Darwin's Reserve. Traditional and new methods in studying the ecology and behavior of burrowing predators]. Moscow, KMK Publ., 2010. 122 p. (In Russian).
12. Ogurcov S. S. Overview of software for processing and analyzing data from camera traps: the latest innovations, working with video and GIS. *Zapovednaya nauka* [Nature Conservation Research], 2019, no. 4 (2), pp. 95–124. DOI: 10.24189/ncr.2019.019 (In Russian).
13. Ogurcov S. S., Volkov V. P., Zheltuhin A. S. A review of modern methods of storing, processing and analyzing data from camera traps in zoological research. *Zapovednaya nauka* [Nature Conservation Research], 2017, no. 2 (1), pp. 73–98. DOI: 10.24189/ncr.2017.057 (In Russian).
14. Rak A. V., Springer A. M., Mal'kova K. A., Zimnickij V. A. First results of monitoring large and medium-sized mammal species using camera traps in the Berezinsky Biosphere Reserve in 2022. *Osobo okhranyayemyye prirodnyye territorii Belarusi. Issledovaniya* [Conservation areas in Belarus. Researches], 2023, issue 18, pp. 153–161 (In Russian).
15. Smolyarko E. O., Solovey I. A., Yushkevich N. T. Analysis of the activity of the badger *Meles meles* at the burrow in the 2022–2023 biological year. *Aktual'nyye problemy ekologii: sbornik nauchnykh statey* [Actual problems of ecology: a collection of scientific articles]. Grodno, GrGU Publ., 2023, pp. 135–137. Available at: <https://elib.belstu.by/handle/123456789/64967> (accessed 06.11.2024) (In Russian).

16. Kowalczyk R., Jedrzejewska B., Zalewski A. Annual and circadian activity patterns of badgers (*Meles meles*) in Białowieża Primeval Forest (eastern Poland) compared with other Palearctic populations. *Journal of Biogeography*, 2003, vol. 30, pp. 463–472. DOI: 10.1046/j.1365-2699.2003.00804.x.
17. Sidorchuk N., Rozhnov V. Daily activity of the European Badger (*Meles meles*, *Mustelidae*, *Carnivora*) on setts in Darwin Reserve and Meschera National Park (Russia) in summer and autumn. *Nature Conservation Research*, 2018, vol. 3, pp. 47–56. DOI: 10.24189/ncr.2018.032.
18. Neal E., Cheeseman C. Badgers. London, T&ADPoyser Publ., 1996. 271 p.
19. Danilov P. I., Tumanov I. L. *Kun'i severo-zapada SSSR* [Mustelidae of the north-west of the USSR]. Leningrad, Nauka Publ., 1976. 256 p. (In Russian).
20. Rodrigues A., Martin R., Delibes M. Space use and activity in a Mediterranean population of badgers *Meles meles*. *Acta Theriologica*, 1996, vol. 41 (1), pp. 59–72. DOI: 10.4098/AT.arch.96-5.
21. Jenkinson S., Wheate C. P. The influence of public access and sett visibility on badger (*Meles meles*) sett disturbance and persistence. *J. Zool.*, 1998, vol. 246, pp. 478–482. DOI: 10.1111/j.1469-7998.1998.tb00186.x.
22. Goszczyński J., Juszko S., Pacia A., Skoczyńska J. Activity of badgers (*Meles meles*) in Central Poland. *Mammalian Biology*, 2005, vol. 70 (1), pp. 1–11. DOI: 10.1078/1616-5047-00171.
23. Tuytens F. A. M., Stapley N., Steward P. D., Macdonald D. W. Vigilance in badgers *Meles meles*: the effects of group size and human persecution. *Acta Theriologica*, 2001, vol. 46 (1), pp. 79–86. DOI: 10.1007/BF03192419.
24. Smolyarko E. O. Prospects for the use of unmanned aerial vehicles for monitoring and studying wildlife in specially protected natural areas. *Bespilotnyye apparaty "BPLA – 2024": sbornik statey Mezhdunarodnogo molodezhnogo foruma* [Unmanned vehicles "UAV – 2024": collection of articles from the international youth forum]. Minsk, 2024, pp. 80–84. Available at: <https://elib.belstu.by/handle/123456789/65208> (accessed 06.11.2024) (In Russian).

Информация об авторах

Смолярко Евгений Олегович – соискатель кафедры общего землеведения и гидрометеорологии. Белорусский государственный университет (пр-т Независимости, 4, 220030, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: smolyarko@belstu.by

Юшкевич Николай Тарасович – кандидат экономических наук, доцент, декан лесохозяйственного факультета. Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: ushkevich@belstu.by

Information about the authors

Smolyarko Evgeniy Olegovich – external doctorate student, the Department of General Geography and Hydrometeorology. Belarusian State University (4 Nezavisimosti Ave., 220030, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: smolyarko@belstu.by

Ushkevich Nikolay Tarasovich – PhD (Economics), Assistant Professor, Dean of the Forestry Faculty. Belarusian State Technological University (13a Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ushkevich@belstu.by

Поступила 06.11.2024