

Оцінка розміру диких тварин при роботі з фотопастками

Сергій Гащак

Чорнобильський центр з проблем ядерної безпеки, радіоактивних відходів та радіоекології (Славутич, Україна)
Email: sgaschak@chornobyl.net; orcid: 0000-0002-7582-6742

GASHCHAK, S. Estimation of body size of wild animals using camera trap footage. — The paper presents the author's self-developed approaches and acquired experience in the matter of estimating animal size when working with camera traps. The general approach is based on comparing the relative size of the animal in the image with the relative size of reference objects of known linear magnitude, which were also recorded by the camera trap beforehand (or afterwards) at the same filming location. As reference objects, the author used a set of one-metre-long poles with bright colour markings at every 20 cm, placed in front of the camera trap according to a specific scheme. Tools from conventional graphic software were used to compare the images of the animal and the reference poles. Important points of field and laboratory work that influence the final assessment results are discussed.

Вступ

Останні десятиріччя зоологи все більше і більше використовують фотопастки для пошуку окремих видів, чи опису фауни певних регіонів, чи для дослідження особливостей біології та життєвого циклу тварин. Проте, не все, що фотопастки мають у запасі, знаходить свого користувача. Зокрема, дуже мало публікацій з описом, як дослідники визначають розміри тварин, а це не завадило б при дослідженні структури і стану популяції, та й допомагає при ідентифікації, коли зовнішніх специфічних ознак бракує.

Просто так виміряти тварину, яку бачиш на світліні, не вийде. Треба з чимось порівнювати. Дослідники йшли різними шляхами. Одні порівнювали диких тварин (лось, вівцебик) з тими, що утримувалися у вольєрах [Berger 2012], інші — з тими, що раніше були піймані та обміряні, альпійський козел [Willisch *et al.* 2013]. Для оцінки розмірів леопардів їх заманювали на стовбур, де була калібрувальна розмітка [Tarugara *et al.* 2019]. У дослідженні оленів [CuCui *et al.* 2020] на світліні з фотопастки визначали місце, де стояв звір, знаходили точку на місцевості, ставили туди калібрувальну жердину — і знову фотографували. Нарешті, деякі дослідники спочатку ретельно калібрували зону зйомки перед фотопасткою (накладали регулярну мережу), визначали фокальну відстань у камери і далі використовували ці значення при розрахунках розмірів, орієнтуючись на точно відому відстань тварини від

камери [Leorna *et al.* 2022; Paton *et al.* 2022]. У більшості досліджень процес оцінки розмірів здійснювався за допомогою графічних редакторів, коли зображення тварин і калібрувальних об'єктів накладали одне на одне.

Нижче наведено опис методики оцінки розміру тварин, яку автор розробив власноруч і багато років використовує у практиці досліджень фауни чорнобильської зони відчуження [Gashchak *et al.* 2016, 2022; Gashchak 2024].

Організація польової частини

Загальна ідея

Метод полягає у порівнянні розмірів тварини, яку зняла фотопастка, з розмірами стандартних жердин відомого розміру, сфотографованих перед фотопасткою до початку робіт. Пізніше фото-відео зображення тварин порівнювали з зображеннями жердин за допомогою графічного редактора.

Розташування жердин

Якщо дослідник не концентрується на якомусь одному виді, оптимальна висота розташування фотопастки над ґрунтом — 60–70 см, а відстань до центру зйомки — не менше 4 м, щоб тварину, що біжить по стежці, камера встигла зняти. При цьому, сектор зйомки, що захоплює кадр, для більшості фотопасток складає 40–42° по горизонталі, і 30° по вертикалі, що набагато менше 50–55° FOV об'єктиву. Це означає, що тварина зростом 60–70 см повністю потрапить у кадр лише на відстані не менше 2,0–2,5 м від камери, а більші тварини мають бути ще далі. Розмістивши і спрямувавши камеру, де і куди треба, можна переходити до калібрування зони зйомки — створення мережі орієнтирів відомих лінійних розмірів (рис. 1, *a–b*).

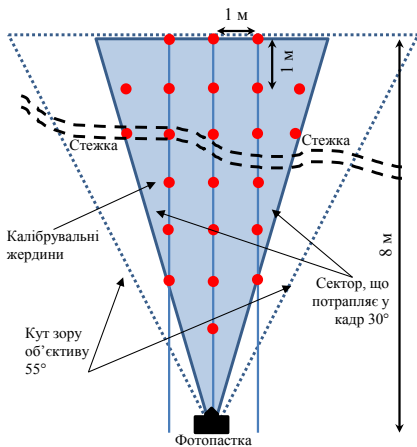


Рис. 1. Схема розташування калібрувальних жердин перед фотопасткою у секторі зйомки (*a*) і приклад, як це виглядає на місцевості (*b*).

Калібрування зони зйомки автор починав з другого метру від фотопастки, і — далі через кожний метр. Звичайно такий майданчик представляв собою сектор перед фотопасткою радіусом від 6 до 10 м. Калібрувальні жердини були розташовані у трьох паралельних лініях, і кілька додаткових жердин — по бокам, звичайно, на стежці.

Для визначення ліній і напрямку автор використовував 10 м рулетку. Важливо, щоб було видно, де встромлена кожна жердина, щоб на етапі порівняння зображення тварини з зображенням жердин не було сумнівів, положення якої жердини збігається з розташуванням звіра, або є найближчим. З тією ж проблемою пов'язана і необхідність регулярно підкошувати траву.

Дизайн жердин

Жердини представляють собою дерев'яну планку довжиною 102 см з перерізом $1,5 \times 1,5$ см (можна і круглі, напр., з бамбуку, ліщини). В один кінець кожної жердини встромлено цвях без шляпки довжиною 7–10 см, необхідний для встромлення жердини у ґрунт. На деяких поверхнях цвях не допомагає, треба глибше встромляти жердину або шукати інший спосіб фіксації.

Кожна жердина розмічена на відтинки по 20 см (плюс 2 см зверху), пофарбовані послідовно у яскраві жовті й помаранчеві кольори. Щоб межа між кольорами була чіткою, на неї накладали чорну ізоляційну стрічку. Останні 2 см зверху разом із чорною стрічкою дозволяли підкреслити верхній кінець жердини. Для перенесення жердин їх скріплювали бандажною стрічкою і складали в чохол з ручками. Вага такого набору складала 3,5–4,0 кг.

Додаткові дії

У зв'язку з тим, що під впливом природних чинників, фотопастки розміщені на деревах, як правило, міняють своє положення, трохи нахилиються, або розгортаються, та картинка, яку бачили у кадрі на початку, не буде збігатися з за орієнтацією деякими наступними. Тому треба, щоб перед камерою були додаткові незмінні об'єкти, по яким можна у майбутньому сумістити світлини з тваринами і жердинами. Це можуть бути стовбури дерев, великі каміння або й спеціально встановлені «пеньки».

Всі ці дії — дуже важливі, бо незначне, на кілька градусів змінення розвороту камери повністю спотворює відображення простору і, як наслідок, викликає невірні оцінки розміру тварин. Ключові точки на світлинах, що порівнюються, мають обов'язково збігатися, один в один!

Камеральна робота

Маніпуляції з світлинами за допомогою графічного редактору

Для порівняння світлин автор використовує Adobe Photoshop, хоча аналогічні маніпуляції можна здійснювати і у інших графічних редакторах.

Процедура проста, хоча певні навички треба мати. Спочатку вихідні світлин з калібрувальними жердинами і з твариною відкриваються у застосунку. Потім одну з них вставляють додатковим шаром поверх другої. Далі міняють прозорість верхнього шару, так щоб одночасно було видно більшість деталей обох світлин, і перш за все — ключових незмінних елементів. У випадку, якщо вони «двояться», провадиться переміщення та/або розворот верхнього шару, доки ключові елементи не зійдуться. Важливо не змінювати пропорції і розміри верхнього шару.

Оцінка розмірів тварини

Після суміщення шарів треба визначити, положення яких жердин збігається з положенням звіра. Далі, інструментарієм Photoshop («Лінійка») вимірюється довжина такої жердини (або її частини) у пікселях, і — так само у пікселях бажаний розмір тварини (наприклад, зріст у плечах). Далі — простий розрахунок:

$$x = (b \times 20) / a,$$

де x — розмір у см тварини, який оцінюється, a — довжина 20-см відтинку калібрувальної жердини у пікселях, 20 — довжина калібрувального відтинку у см; b — довжина у пікселях того розміру тварини, який оцінюється.

На рисунку 2 подано приклад такого розрахунку, за яким, висота ведмедя у холці дорівнює: $x = 80 \text{ см} \times 435 \text{ пікс} / 325 \text{ пікс} = 107 \text{ см}$.

Обговорення

Отже, представлений вище метод оцінки розмірів тварини за їх фотографіями відносно простий. Все що треба, це — виготовити калібрувальні жердини і розмістити їх перед фотопасткою, зробити кілька знімків, щоб пізніше зображення тварин можна було порівнювати з розміром жердин. Але, як завжди, є певні нюанси, про які варто пам'ятати.

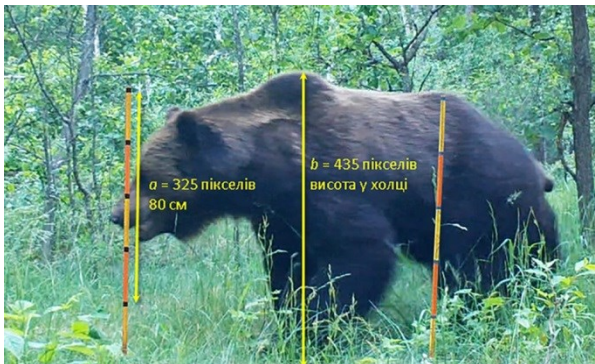


Рис. 2. Приклад оцінок розмірів калібрувальних жердин і звіра за допомогою інструментарію Photoshop.

По-перше, для оцінки розмірів варто шукати зображення (або моменти відео), де поза тварина найбільше відповідає «стандартній» стойці: максимально паралельно кадру, щоб можна було поміряти довжину тіла, і випрямлені вертикально передні ноги, щоб можна було поміряти висоту у холці.

По-друге, ніщо не повинно заважати визначенню, де жердини і ноги тварини торкаються землі. Зокрема, треба вчасно прибирати траву.

По-третє, важливо приділити увагу визначенню та/або інсталяції незмінних елементів ландшафту у полі зору камери, бо потім лише вони дозволять якісно накласти одне на одне зображення з твариною і жердинами.

Четверте, точність оцінок залежить від точності визначення місцезнаходження тварини у кадрі відносно місцезнаходження жердин, а саме, у радіальному напрямку, від фотопастки до тварини. Якщо вони збігаються, помилка оцінки розмірів не перевищить $\pm 1\text{--}3$ см. Якщо тварина знаходиться між жердинами, у грубішому варіанті, треба використовувати середнє значення довжини жердин (у пікселях), що ближче і що далі відносно фотопастки.

Для більшої точності варто розрахувати параметри функції зміни кутової величини жердин в залежності від відстані від фотопастки (наприклад, $y = ax^b$, де x — відстань у метрах, y — кутова величина жердини або її відтинку у пікселях), і використовувати цю формулу для оцінки кутової величини жердини, якби вона була там, де стоїть тварина. Параметри цієї функції залежать від характеристик і налаштувань фотопастки, тому їх варто розраховувати під конкретну модель фотопастки і режим зйомки.

Розрахунок робиться за значеннями кутової величини жердин, що розставлені у радіальному напрямку через метр від фотопастки. Щоб показати, як це важливо, автор розрахував помилку в оцінці розмірів для випадків, якщо при визначенні місцезнаходження тварини і жердини помилитися на ± 1 м. Це не є надмірною помилкою в умовах, коли горизонтальна поверхня розташована під кутом 15° до камери, має певну кривизну, та ще й вкрита рослинністю. Отже, для фотопастки Browning BTC-7FHD-PX, що працює у режимі «Відео Ultra» така помилка в оцінці розміру тварини «коштує» $\pm 25\%$ на відстані 3 м від фотопастки, і зменшується до $\pm 10\%$ на відстані 7 м.

Таким чином, підготовка і калібрування знімального майданчику перед фотопасткою хоча і потребують додаткових зусиль і часу, але воно того варте, оцінки розмірів стануть набагато більш обґрунтованими, ніж будь-які умоглядні «на око». Ще більшу точність можна досягти за умов ретельного калібрування простору і такої самої ретельної стандартизації установки фотопастки (краще з орієнтуванням на один певний вид тварин). У деяких дослідженнях точність оцінок розмірів сягала $\pm 1,0\text{--}1,5$ см для дрібних тварин [Paton *et al.* 2022] і $\pm 3\text{--}4$ см для великих [Leorna *et al.* 2022]. Окрім визначення розміру, такий підхід відкриває можливість для розрахунку щільності тварин [Rowcliffe *et al.* 2008; Howe *et al.* 2017; Nakashima *et al.* 2018; Gilbert *et al.* 2021; Morin *et al.* 2022].

Автор цього матеріалу неодноразово оцінював описаним тут методом розміри тварин у фото- й відеоматеріалах з фотопасток. Завдяки йому було показано, зокрема, що у Чорнобильській зоні відчуження мешкає не один, а кілька особин ведмедя бурого [Gashchak *et al.* 2016], з'явилися додаткові аргументи щодо розрізнення окремих особин рисі та підрахунку їх чисельності [Gashchak *et al.* 2022], більш предметно обговорювалося те, яких котів зафіксувала фотопастка [Gashchak 2024].

Подяки

Автор висловлює подяку всім, хто брав участь у «калібруванні простору» перед фотопастками: Сергію Паскевичу, Євгенію Гуляйченку, Ігорю Чижевському, Максиму Крачковському, Григорію Шурші. Автор також дякує Ігорю Загороднюку і за ідею підготовки такого матеріалу та за його змістовне корисне обговорення.

Література

- Berger, J. 2012. Estimation of body-size traits by photogrammetry in large mammals to inform conservation. *Conservation Biology*, **26** (5): 769–777. [CrossRef](#)
- Cu Cui, S., D. Chen, J. Sun, [et al.]. 2020. A simple use of camera traps for photogrammetric estimation of wild animal traits. *Journal of Zoology*, **312** (1): 12–20. [CrossRef](#)
- Gashchak, S. P., Y. O. Gulyaichenko, N. A. Beresford, [et al.]. 2016. Brown bear (*Ursus arctos* L.) in Chernobyl exclusion zone. *Proceedings of Theriological School*, **14**: 71–84. [CrossRef](#)
- Gashchak, S., C. L. Barnett, N. A. Beresford, [et al.]. 2022. Estimating the population density of Eurasian lynx in the Ukrainian part of the Chernobyl Exclusion Zone using camera trap footage. *Theriologia Ukrainica*, **23**: 47–65. [CrossRef](#)
- Gashchak, S. 2024. Annotated review of the mammal fauna in the Chernobyl Biosphere Reserve as of 2023. *Theriologia Ukrainica*, **28**: 3–33. [CrossRef](#)
- Gilbert, N. A., J. D. Clare, J. L. Stenglein, [et al.]. 2021. Abundance estimation of unmarked animals based on camera-trap data. *Conservation Biology*, **35** (1): 88–100. [CrossRef](#)
- Howe, E. J., S. T. Buckland, M.-L. Despres-Einspinner, [et al.]. 2017. Distance sampling with camera traps. *Methods in Ecology and Evolution*, **8**: 1558–1565. [CrossRef](#)
- Leorna, S., T. Brinkman, T. Fullman. 2022. Estimating animal size or distance in camera trap images: Photogrammetry using the pinhole camera model. *Methods in Ecology and Evolution*, **13**: 1707–1718. [CrossRef](#)
- Morin, D. J., J. Boulanger, R. Bischof, [et al.]. 2022. Comparison of methods for estimating density and population trends for low-density Asian bears. *Global Ecology and Conservation*, **35**, e02058 [CrossRef](#)
- Nakashima, Y., K. Fukasawa, H. Samejima. 2018. Estimating animal density without individual recognition using information derivable exclusively from camera traps. *Journal of Applied Ecology*, **55**: 735–744. [CrossRef](#)
- Paton, A., B. Brook, J. Buettel. 2024. A non- invasive approach to measuring body dimensions of wildlife with camera traps: A felid field trial. *Ecology and Evolution*, **14**: e11612. [CrossRef](#)
- Rowcliffe, J. M., J. Field, S. T. Turvey, C. Carbone. 2008. Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology*, **45**: 1228–1236. [CrossRef](#)
- Tarugara, A., B.W. Clegg, E. Gandiwa, [et al.]. 2019. Measuring body dimensions of leopards (*Panthera pardus*) from camera trap photographs. *PeerJ*, **7**: e7630. [CrossRef](#)
- Willisch, C. S., N. Marreros, P. Neuhaus. 2013. Long-distance photogrammetric trait estimation in free-ranging animals: A new approach. *Mammalian Biology*, **78** (5): 351–355. [CrossRef](#)

Резюме

Гашак, С. Оцінка розміру диких тварин при роботі з фотопастками. — У роботі представлено власноруч розроблені підходи і отриманий досвід у справі оцінки розмірів тварин при роботі з фотопастками. Загальний підхід базується на порівнянні відносних розмірів тварини на зображенні з відносними розмірами референтних предметів відомої лінійної величини, що були так само заздалегідь (або після) зняті фотопасткою на тому самому знімальному майданчику. У якості референтних предметів автор використовував набір жердин метрової довжини з яскравими кольоровими мітками по 20 см, розміщених перед фотопасткою за певною схемою. Для порівняння зображень тварини і референтних жердин використовувалися засоби звичайних графічних редакторів. Обговорені важливі моменти польової і камеральної роботи, що впливають на кінцеві результати оцінки.