

ESTIMATING THE NUMBER OF THE STELLER'S SEA EAGLE NESTING TERRITORIES USING ACCUMULATION CURVES

M. S. Romanov¹, V. B. Masterov²

¹Institute of Mathematical Problems of Biology RAS – Branch of the Keldysh Institute of Applied Mathematics of the Russian Academy of Sciences, Puschino, Russia

²Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

¹michael_romanov@inbox.ru, ²haliaeetus@yandex.ru

Abstract. We developed an alternative approach to assessing raptor populations by fitting accumulation curves. This technique was applied to estimate the number of nesting territories of the Steller's Sea Eagle *Haliaeetus pelagicus* in the northeast of Sakhalin Island and the lower reaches of the Amur River (Russian Far East). From 2004 to 2021, 428 nesting territories were found on NE Sakhalin and 422 nesting territories on the lower Amur. We selected four asymptotic functions of accumulation curves (negative exponential, Clench, Weibull and Hill) and tested three different measures of sampling effort. The best model was the one based on the negative exponential function with an offset from the origin (known as the von Bertalanffy equation), with the number of nests visited as the measure of effort. This model suggested the existence of 461 nesting territories on NE Sakhalin and 535 nesting territories on the Lower Amur. Taking into account an average territory occupancy of 69 %, we estimated the breeding population to be 318.2 territorial pairs on NE Sakhalin and 480.4 pairs on the Lower Amur. The total population was estimated to be 1079.8 birds (including 896.2 adults and 183.6 immatures) on NE Sakhalin and 1414.1 birds (1216.1 adults and 198.0 immatures) on the Lower Amur. Our experience suggests that fitting accumulation curves is a useful tool for estimating raptor populations in long-term studies, especially when total counts are impossible and objects are unevenly distributed.

Keywords: accumulation curves, model, nesting territories, Steller's Sea Eagle, *Haliaeetus pelagicus*, Sakhalin Island, Amur River

Acknowledgements. We thank L. G. Khanina for the idea of the study, V. E. Smirnov, I. E. Sizov and A. N. Pankratov for the fruitful discussion of the manuscript.

For citation: Romanov M. S., Masterov V. B. Estimating the number of the Steller's Sea Eagle nesting territories using accumulation curves. *Russian Journal of Ecosystem Ecology*. 2022;8(1). (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2023-1-1>

УДК 591.5 598.279.23 + 599.742.2

ОЦЕНКА ЧИСЛА ГНЕЗДОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛОПЛЕЧЕГО ОРЛАНА С ПОМОЩЬЮ КУМУЛЯТИВНЫХ КРИВЫХ

М. С. Романов¹, В. Б. Мастеров²

¹Институт математических проблем биологии Российской академии наук – филиал Института прикладной математики имени М. В. Келдыша Российской академии наук, г. Пущино, Россия

²Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия

¹romanov.eagle@gmail.com, ²haliaeetus@yandex.ru

Аннотация. Разработан альтернативный подход к оценке популяций хищников путем анализа кумулятивных кривых. Этот метод был применен для оценки количества гнездовых территорий белоплечего орлана *Haliaeetus pelagicus* на северо-востоке острова Сахалин и в нижнем течении реки Амур (Дальний Восток России). В период с 2004 по 2021 г. на северо-востоке Сахалина было обнаружено 428 гнездовых территорий, на нижнем Амуре – 422. Мы выбрали четыре асимптотические функции кумулятивных кривых (негативно-экспоненциальная, Кленча, Вейбулла и Хилла) и протестировали три различные меры поисковых усилий. Лучшей оказалась модель, основанная на негативно-экспоненциальной функции со смещением относительно начала координат (известной как уравнение Берталанфи) с числом посещенных гнезд в качестве меры усилий. Эта модель предполагает существование 461 гнездовой территории на северо-востоке Сахалина и 535 гнездовых территорий на Нижнем Амуре. Учитывая, что заселенность территорий составляет в среднем 69 %, мы оценили численность размножающейся популяции в 318,2 территориальных пар на северо-

востоке Сахалина и 480,4 пар на Нижнем Амуре. Общая численность популяции оценивается в 1079,8 (включая 896,2 взрослых и 183,6 неполовозрелых) на северо-востоке Сахалина и 1414,1 птиц (1216,1 взрослых и 198,0 неполовозрелых) на Нижнем Амуре. Наш опыт показывает, что построение кумулятивных кривых является полезным инструментом для оценки численности популяций хищных птиц в ходе многолетних исследований, особенно когда полный учет невозможен, а объекты распределены в пространстве неравномерно.

Ключевые слова: кривые накопления, модель, гнездовые территории, белоплечий орлан, *Haliaeetus pelagicus*, остров Сахалин, река Амур

Благодарности: Мы благодарим Л. Г. Ханину за идею исследования, В. Е. Смирнова, И. Е. Сизова и А. Н. Панкратова за плодотворное обсуждение рукописи.

Для цитирования: Романов М. С., Мастеров В. Б. Оценка числа гнездовых территорий белоплечего орлана с помощью кумулятивных кривых // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2023. Vol. 8 (1). <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2023-1-1>