

Структура гнездовых местообитаний влияет на частоту занятия территории птицами-миофагами

The nest habitat structure affects the territory occupation frequency by vole-eating raptors

Т.С. Массальская^{1,*}, С.В. Волков^{2,*}, А.В. Шариков^{3,**}

T.S. Massalskaya, S.V. Volkov, A.V. Sharikov

*Институт проблем эволюции и экологии РАН им. А.Н. Северцова

**Московский педагогический государственный университет

e-mail: ¹tmassalskaya@bk.ru; ²owl_bird@mail.ru; ³avsharikov@ya.ru

Выбор оптимальных гнездовых местообитаний, которые обеспечивают птиц кормом и защитой от хищников, определяет вероятность успешного гнездования птиц. Важную роль при выборе таких местообитаний играет соотношение типов растительности на гнездовом участке (Sumasgutner et al., 2019). На оптимальных территориях повышается вероятность повторного гнездования птиц в последующие годы (Brooke, 1979; Hamer et al., 2007). Таким образом, целью работы стало определение оптимальной структуры местообитаний на часто и редко занимаемых участках, и как этот выбор влияет на репродуктивный успех.

Исследование проводилось в 1994-2023 гг. на севере Московской области на территории сети заказников «Журавлиная родина». На стационаре площадью 48 км² проводился учет ушастой совы (*Asio otus*) и обыкновенной пустельги (*Falco tinnunculus*), поиск и картирование их гнезд. Всего было найдено 207 гнезд ушастой совы и 174 гнезда пустельги.

Для оценки успешности использовалось два подхода: успех гнездования и успех размножения. Успех гнездования оценивался как бинарная переменная успех/неуспех и гнездо считалось успешным, если из него вылетел хотя бы один птенец. Успех размножения рассчитывался как отношение количества яиц в кладке к количеству вылетевших птенцов. Для оценки частоты занятия гнездового участка использовались два параметра: число повторного занятия одного и того же гнезда и частота использования территории. Последний параметр рассчитывался, как количество гнезд за все время исследования на одном участке – квадрате 500x500 м. В программе «QGIS» была оценена агрегированность гнезд в пространстве с помощью инструмента «Матрица расстояний». Для оценки дистанций использовалась минимальная дистанция до ближайшего гнезда. Ближайшее гнездо выбиралось из всех гнезд; из всех успешных гнезд; из всех успешных гнезд прошлого года (в качестве определения успешного гнезда использовался успех гнездования).

Структура гнездовых местообитаний описана на гнездовых

участках радиусом 500 м вокруг гнезда (площадь 0,78 км²). Для этого использовался метод полуавтоматической классификации растительности в программе «QGIS» модулем «SACP» (Congedo, 2014). Всего таким методом выделено пять типов местообитаний на территории: лес, кустарники, луга, пашни, деревни. Затем для каждого гнездового участка была рассчитана площадь каждого типа местообитания в квадратных метрах (Шарииков и др., 2023). Ушастая сова не строит своих собственных гнезд, а занимает гнезда других птиц и обычно это виды из семейства врановых. В 2003, 2007 и 2022 гг. проведены поиск и картирование всех пригодных мест для гнездования ушастой совы. Всего было обнаружено 112, 161 и 362 пригодных мест для гнездования соответственно. С 2000 г. производятся биотехнические работы по развешиванию искусственных гнезд для пустельги. Всего было повешено 56 пустельжатников в различных местообитаниях. Анализ зависимости переменных проводился в программе «R» с помощью коэффициента корреляции Спирмана (r_s). Для анализа использовалась выборка с 2001 по 2022 гг.

Ушастая сова занимала один и тот же квадрат от 1 до 10 раз, а пустельга от 1 до 17 раз. В результате анализа оказалось, что частота занятия ушастой совой квадрата положительно влияет на успех гнездования ($r_s=0,19$), то есть чем чаще занимался квадрат, тем выше была успешность. Кроме того, ушастые совы достоверно чаще занимают квадраты, на которых большее количество старых гнезд врановых ($r_s=0,58$). Также по результатам анализа выявилось, что чем выше агрегированность успешных гнезд на участке, тем выше успех гнездования ушастой совы ($r_s=-0,17$). То есть чаще занимают участки, где хотя бы раз произошло успешное гнездование птицы – оптимальные участки. Поэтому обнаруживается агрегированность гнезд птиц в пространстве на нашей модельной площадке. Это также показано во многих работах (Marks, 1986; Henrioux, 2002; Rodriguez et. al., 2006). Однако результат с пустельгой оказался противоположный: чем дальше дистанция от любого гнезда до успешного гнезда в прошлом году, тем выше успех гнездования ($r_s=0,30$). Кроме того, пустельга достоверно чаще занимает квадраты, в которых находятся пустельжатники ($r_s=0,68$). Повышение успеха гнездования при занятии другого искусственного гнездовья на следующий год может быть связано с паразитарным грузом и риском разорения млекопитающими одного и того же пустельжатника.

При использовании успеха размножения, как зависимой переменной результат анализа показал, что чем реже квадрат занимается пустельгой, тем выше был успех размножения птицы ($r_s=-0,20$). Кроме того, чем меньше агрегированность успешных гнезд в прошлом году, тем выше успех гнездования ($r_s=0,30$). Это также может быть связано с

паразитарным грузом и риском разорения млекопитающими пустельжатики, который занимается в одном и том же месте много лет подряд. Анализ, проведенный для ушастой совы показал, что чем выше агрегированность гнезд, а также чем выше агрегированность успешных гнезд, тем выше был успех размножения ($r_s = -0,18$ и $r_s = -0,21$ соответственно). Вероятность занятия территории ушастой совой действительно повышается с уменьшением расстояния между гнездами (Martinez et al., 2004). Распределение гнезд на территории учетной площадки за весь период наблюдений имеет не случайный характер, расчет по методу «ближайшего соседа» показал агрегированное распределение ($R=0.4$, $p < 0.05$) (Clark, 1985). Это может показывать, что существуют более пригодные территории для гнездования и указывает на высокую значимость таких территорий для ушастой совы (Шариков и др., 2023).

На территории нашей площадки птицы-миофаги часто занимали не просто одну и ту же территорию, а одно и то же гнездо каждый год (от 1 до 5 раз для ушастой совы и от 2 до 10 раз для пустельги за все время исследования). Анализ показал, что чем ближе располагается любое успешное гнездо или успешное гнездо в прошлом году, тем выше оказалась вероятность повторного гнездования ушастой совы ($r_s = -0,47$ и $r_s = -0,21$ соответственно). Это показывает, что более успешные гнезда часто занимаются повторно, что отражено в исследовании ушастых сов в США (Marks, 1986). Такую же тенденцию показывает и обыкновенная пустельга: чем ближе к гнезду располагалось успешное гнездо за все года и успешное гнездо в прошлом году, тем выше оказалась вероятность повторного гнездования в том же гнезде ($r_s = -0,22$ и $r_s = -0,37$ соответственно).

Повторное гнездование в одном гнезде, большая вероятность занятия квадрата и агрегированность гнезд увеличивают репродуктивный успех птиц-миофагов из-за более подходящих для гнездования условий. Такими условиями становятся типы местообитаний на гнездовом участке. Чем меньше процент леса и больше процент деревьев представлен на гнездовом участке ушастой совы, тем чаще занимается квадрат ($r_s = -0,37$ и $r_s = 0,40$ соответственно). И чем больше процент деревьев на гнездовом участке совы, тем больше вероятность повторного занятия того же гнезда на следующий год ($r_s = 0,19$).

Это значит, что повторное гнездование сов на этих территориях не случайно, а зависит от типа местообитания на выбранном гнездовом участке, что соответственно увеличивает репродуктивный успех. Это может выражаться в снижении риска разорения гнезда в деревьях, так как наземные хищники реже заходят на территории садово-огородных

участков, а также в увеличении разнообразия корма в населённых пунктах (Шариков и др., 2023).

Другие тенденции проявляет пустельга: чем меньше процент лугов и деревень представлен на гнездовом участке, тем чаще занималась территория птиц ($r_s = -0,20$ и $r_s = -0,33$ соответственно). Это может объясняться тем, что многие пустельжатники находятся в одном и том же месте много лет, а на территории площадки наблюдается зарастание заброшенных сельскохозяйственных полей кустарником и лесом (Свиридова и др., 2006; Свиридова и др., 2016; Volkov, 2013). Следовательно, есть более оптимальные территории для гнездования пустельги, однако они начали зарастать лесом, уменьшая площадь охотничьих угодий и, вероятно, из-за этого снижать репродуктивный успех.

Частота занятия территории птицами во времени и агрегированность в пространстве влияют на репродуктивный успех этих птиц за счет оптимальности данных территорий. Подходящее соотношение местообитаний на участке может снижать уровень хищничества и увеличивать доступность и разнообразие корма в период гнездования, что в свою очередь повышает успех. Поэтому такие территории чаще занимаются для повторного гнездования.

Литература

- Свиридова Т.В., Волков С.В., Гринченко О.С., Зубакин В.А., Конторщиков В.В. и др., 2006. Влияние интенсивности сельскохозяйственной деятельности на птиц агроландшафтов северного Подмосквья // Развитие современной орнитологии в Северной Евразии. Труды XII международн. орнитол. конф. - Ставрополь. - С. 371–398.
- Свиридова Т.В., Волков С.В., Гринченко О.С., Кольцов Д.Б., 2016. Мониторинг птиц и их местообитаний в сельскохозяйственных ландшафтах северного Подмосквья: итоги 20-летних наблюдений // Птицы и сельское хозяйство современное состояние, проблемы и перспективы изучения. - С. 268–277.
- Шариков А.В., Массальская Т.С., Волков С.В., Ковинька Т.С., 2023. Структура и неоднородность местообитаний определяют вероятность успешного гнездования ушастой совы (*Asio otus*, Strigidae, Strigiformes) // Зоологический журнал, т. 102, № 3. - С. 325–334.
- Brooke, M.L., 1979. Differences in the Quality of Territories Held by Wheatears (*Oenanthe oenanthe*) // Journal of Animal Ecology., vol. 48, № 1. - P. 21–32.
- Clark P.J., Evans F.C., 1954. Distance to Nearest Neighbor as a Measure of Spatial Relationships in Populations // Ecology., vol. 35, № 4. - P. 445–453.
- Congedo L., 2014. Land Cover Classification of Cropland: A Tutorial Using the Semi-Automatic Classification Plugin for QGIS [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.directionsmag.com/article/1428>. Дата обращения: 12.03.2020.
- Hamer, T. E., Forsman, E. D., Glenn, E. M., 2007. Home Range Attributes and Habitat

- Selection of Barred Owls and Spotted Owls in an Area of Sympatry // The Condor: Ornithological Application, vol. 109, № 4. – P. 750–768.
- Henrioux F., 2002. Nest-site selection of the Long-eared Owl *Asio otus* in northwestern Switzerland // Bird Study., vol. 49, № 3. - P. 250–257.
- Marks J.P., 1986. Nest-Site Characteristics and Reproductive Success of Long-Eared Owls in Southwestern Idaho // Wilson Bull, vol. 98, № 4. - P. 547–560.
- Martínez J.A., Zuberogoitia I., 2004. Habitat preferences for Long-eared Owls *Asio otus* and Little Owls *Athene noctua* in semi-arid environments at three spatial scales // Bird Study, vol. 51, № 2. - P. 163–169.
- Rodríguez A., García A.M., Cervera F., Palacios V., 2006. Landscape and anti-predation determinants of nest-site selection, nest distribution and productivity in a Mediterranean population of Long-eared Owls *Asio otus* // Ibis (Lond. 1859), vol. 148, № 1. - P. 133–145.
- Sumasgutner P., Terraube J., Coulon A., Villers A., Chakarov N. et al., 2019. Landscape homogenization due to agricultural intensification disrupts the relationship between reproductive success and main prey abundance in an avian predator // Front. Zool., vol. 16, № 1. - P. 31.
- Volkov S.V., Sviridova T.V., 2013. Habitat selection by the Short-eared owl (*Asio flammeus*) in agricultural landscape of Moscow region // Berkut, vol. 22, № 1. - P. 13–18.
-

Применение метода кумулятивных кривых в популяционной биологии

The use of cumulative curves in population biology

В.Б. Мастеров, М.С. Романов

V.B. Masterov, M.S. Romanov

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Институт математических проблем биологии РАН – филиал
Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Пущино
e-mail: haliaaetus@yandex.ru; michael_romanov@inbox.ru*

Введение. Кумулятивные кривые представляют собой функцию, отображающую число обнаруженных объектов в зависимости от количества усилий, затраченных на их обнаружение (sampling effort). В биологии этот метод обычно используется для оценки разнообразия, где объектами выступают виды или другие таксоны (Colwell, Coddington, 1994), а единицы поисковых усилий бывают самые разные, такие как площадь, время, количество пройденных километров, число ловушко-суток, число встреченных особей и т. п. При этом примеры использования кумулятивных кривых в популяционной биологии, для оценки численности популяций, нам неизвестны. Между тем, бывают ситуации,