

генного воздействия, так и от состояния кормовой базы. Пространственная конфигурация территорий обитания орланов также зависит от кормовых ресурсов. В годы со средним обилием рыбы границы охотничьих участков перекрываются, и между ними формируются зоны совместного использования несколькими соседними парами. В такие сезоны бюджет энергии птиц находился в пределах 1,30–1,43 ВМ. В годы высокой численности горбуши размеры охотничьих участков заметно уменьшаются и не перекрываются. Протяжённость перелётов и общая площадь территорий обитания сокращается. Совокупные затраты энергии на поддержание ДЕВ снижаются на 15 %, до 1,23 ВМ. В годы с низкой численностью горбуши охотничьи участки орланов смыкаются, заметно увеличивается их площадь, исчезают зоны совместного использования. На этом фоне разворачиваются активные территориальные конфликты между соседними парами. ДЕВ гнездящихся птиц увеличивается на 40 %, до 1,63 ВМ. Особенно критическая ситуация складывается в условиях, когда депрессия кормовых ресурсов совпадает с усилением фактора беспокойства, в такие сезоны обычно уменьшается число гнездящихся пар и снижается общая успешность гнездования.

ВОЗМОЖНА ЛИ СТАБИЛИЗАЦИЯ САХАЛИНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ БЕЛОПЛЕЧЕГО ОРЛАНА?

В.Б. Мастеров¹, М.С. Романов², О.Е. Рванцева³

¹ Биологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

² Институт математических проблем биологии РАН — филиал Института прикладной математики имени М.В. Келдыша РАН, Москва, Россия

³ Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени К.И. Скрябина, Москва, Россия
haliaeetus@yandex.ru

Моделирование демографических трендов с помощью матричной модели показало, что популяции белоплечих орланов (*Haliaeetus pelagicus*) в Нижнем Приамурье и на о. Сахалин сокращаются со скоростью 1,0 и 1,6% в год (Romanov, Masterov, 2020). Для стабилизации численности последней продуктивность должна быть не менее 0,355 слётка на одну особь, включая взрослых нетерриториальных птиц. Эти птицы выполняют функцию резерва, занимая освободившиеся гнездовые участки. Доля резерва составляет в среднем 22–25% (Мастеров, Романов, 2014). Цель исследования — ответить на вопрос, возможна ли стабилизация популяции в современных условиях на примере сахалинских птиц. С 2004 по 2019 гг. на Сахалине выполнены 2375 обследований 417 гнездовых участков орланов, отмечены 845 попыток размножения, в которых выращены 826–905 слётков. Ещё 185–284 птенцов погибли в результате хищничества медведей и 83–93 от прочих причин. Число известных гнездовых участков остаётся практически постоянным. Ежегодно оно возрастает только на 0,9%, но примерно столько же исчезает в результате ротации, несмотря на избыток половозрелых особей (Романов, Мастеров, 2016). Это может свидетельствовать о насыщении гнездовой ёмкости местообитаний. На нижнем Амуре объектами многолетних исследования были 287 участков, которые использовали для построения ГИС-модели гнездовой ёмкости местообитаний (Мастеров и др., 2020). Несмотря на обширные водно-болотные угодья (1270 км²), площадь территорий с высокой вероятностью (0,95) наличия гнездовых участков составила всего 0,2%. Вероятно, как на Амуре, так и на Сахалине имеет место дефицит гнездовых местообитаний высокого качества.

На эффективность воспроизводства орланов влияет ряд факторов. В качестве зависимых переменных рассматривали 6 показателей: занятость гнездовых участков, продуктивность, гнездовая активность и размер выводка; также оценивали два вида смертности птенцов: гибель от медведей и смертность от прочих причин. Занятость — это доля занятых от числа всех существующих участков. Продуктивность — отношение числа слётков к числу занятых участков. Гнездовая активность — доля размножающихся от всех территориальных пар. Размер выводка — число птенцов на одну успешную попытку размножения. Интенсивность хищничества — доля съеденных медведями птенцов от всех выращенных. Гнездовая смертность от прочих причин — доля погибших птенцов, за исключением съеденных. С помощью обобщённой линейной модели GLMM проанализировано влияние следующих факторов: год, обилие горбуши, опыт размножения в предыдущий сезон. Гнездовая активность состав-

ляла в среднем 51%, т. е. размножается лишь половина территориальных пар. Медведи уничтожают в среднем 21% птенцов в год, тогда как от прочих причин погибает только 10%. Поэтому продуктивность составила всего 0,52 слётка на территориальную пару в год, что заметно меньше необходимого для стабилизации популяции значения 0,71 слётка на всех половозрелых особей. Влияние антропогенного и, возможно, климатического факторов отражается в связях с временной шкалой. За исследуемый период достоверно снизились занятость участков ($p < 0,01$) и гнездовая активность птиц ($p < 0,001$), возросла гнездовая смертность птенцов ($p < 0,001$). Обилие горбуши положительно влияет на эффективность воспроизводства через увеличение размера выводков ($p < 0,01$), но численность горбуши критически сокращается. GLMM выявила связь между эффективностью размножения орланов на одной и той же территории в последовательные годы. Положительный предыдущий опыт повышает вероятность успешного гнездования в будущем, и наоборот. Подвергшиеся хищничеству медведей участки с большей вероятностью пострадают и на следующий год ($p < 0,1$). Случаи гнездовой смертности также с большей вероятностью ($p < 0,05$) повторяются в будущем. Учитывая ограниченную возможность увеличения числа гнездящихся пар, сокращение основных кормовых ресурсов, высокий пресс хищничества медведей, нарастание антропогенной нагрузки и климатические изменения, стабилизация популяции маловероятна.

АНАЛИЗ ТРЁХМЕРНЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВ И ОБЛАСТЕЙ ИХ ПЕРЕКРЫВАНИЯ В ПОСЕЛЕНИЯХ ПЕНОЧКИ-ВЕСНИЧКИ

М.В. Матанцева, С.А. Симонов

Институт биологии — обособленное подразделение КарНЦ РАН, Петрозаводск, Россия
mariamatantseva@gmail.com

Изучение закономерностей освоения пространства животными — одна из фундаментальных задач экологии и этологии. При этом до настоящего времени в большинстве исследований использование пространства животными рассматривали либо исключительно в двух горизонтальных измерениях, либо с отдельным анализом распределения особей по вертикали. Лишь сравнительно недавно начали появляться публикации на тему так называемой «трёхмерной (3D-) территориальности» и 3D-использования пространства, в которых перемещения особей моделируют одновременно в трёх измерениях. В орнитологии такие работы были выполнены при изучении участков обитания птиц крупных видов, помеченных радиопередатчиками (Tracey et al., 2014; Ferrarini et al., 2018), или в ходе визуальных наблюдений за помеченными цветными кольцами воробьиными в тропиках, в частности, на зимовках (Соорег et al., 2014; Powell et al., 2021). Насколько нам известно, подобные методы не применяли при изучении 3D-территориальности воробьиных в гнездовой период в Палеарктическом регионе. Цель наших исследований — изучение 3D-территорий, маркируемых пением, у пеночки-веснички (*Phylloscopus trochilus*) в период размножения на Северо-Западе России и сопоставление данных, полученных с помощью 2D- и 3D-методов.

Материал собран в 2018–2022 гг. при изучении поселений пеночки-веснички на Кольском п-ове и в Карелии. Основной метод исследований — наблюдение за индивидуально мечеными самцами и картирование точек, в которых они поют, с указанием занимаемой высоты. Для каждого самца было получено не менее 80–110 локаций, что соответствует объёму выборки, необходимой для анализа 3D-территорий по методу Купера с соавторами (Соорег et al., 2014). С помощью этого метода полученные облака точек с 3D-координатами и их перекрытия были проанализированы в среде R на основе принятых алгоритмов (Соорег et al., 2014).

Размеры территорий пеночек-весничек в изучаемых поселениях варьировали в широком диапазоне. При этом некоторые самцы совершали залёты, удалённые от основных мест пения, и пели в этих точках. Регистрации удалённых точек увеличивали площадь территории, очерченной по крайним локациям, т.е. традиционным 2D-способом. Однако такие удалённые локации, как правило, были единичны, и большинство точек пения приходилось на центральные области. Метод Купера, как и другие методы на основе ядерной оценки плотности, позволил учесть частоту распределения локаций внутри анализируемого пространства. Учёт распределения локаций внутри территории оказался особенно важен при изучении птиц в наиболее плотных поселениях, в частности, в ограниченных по площади участках