

Благодарности

Исследования проведены в рамках проекта НАБУ-Кавказ «Изучение путей миграции и мест зимовок повожской популяции солнечных орлов (*Aquila heliaca*) методом спутникового мечения» на средства Союза охраны природы и биоразнообразия (NABU, Германия) при поддержке Симбирского отделения Союза охраны птиц России, Научно-исследовательского центра «Поволжье», Российской сети изучения и охраны хищных птиц и Сибэкоцентра. Автор выражает благодарность студентам естественно-географического факультета Ульяновского государственного педагогического университета им. И.Н. Ульянова и коллегам из отдела природы Ульяновского областного краеведческого музея им. И.А. Гончарова за помощь в полевых работах по мечению орлов.

Литература

Корепов М.В., Ковалёв В.В., Ерохина М.М., Адамов С.Г., Корепова Д.А., Стрюков С.А., Турок Е.С., Зюзина Е.И., 2019. Миграции, зимовки и летние кочёвки молодых орлов-могильников из Поволжья // Пернатые хищники и их охрана / Raptors Conservation. № 38. - С. 83-92.

Некоторые характеристики местообитаний белоплечего орлана

и их влияние на успешность гнездования
Some characteristics of the Steller's Sea Eagle habitats
and their influence on the breeding success

**В.Б. Мастеров¹, Я.В. Давыдов¹, М.С. Романов²,
М.Ю. Соловьёв¹**

¹ *Московский гос. университет имени М.В. Ломоносова,*

² *Институт математических проблем биологии РАН –
филиал Института прикладной математики
имени М.В. Келдыша РАН*

E-mail: haliaeetus@yandex.ru; romanov.eagle@gmail.com

Достижение максимальной приспособленности к условиям внешней среды является основной предпосылкой выбора птицами мест гнездования. Качество местообитания зависит от сочетания кормовых, защитных и гнездовых свойств.

Ограниченное время машущего полета (в среднем 26 минут в сутки) и необходимость ежедневно обеспечить семье около 3 кг рыбы определяют повышенные требования белоплечих орланов (*Haliaeetus*

pelagicus) к качеству местообитаний (Мастеров, Романов, 2014). При этом существенную роль играет глубина водоема и характер прибрежного древостоя.

В настоящей работе предпринята попытка ответить на вопрос, существуют ли характеристики местообитаний, определяющие выбор птицами места гнездования, а также влияющие на статус занятости гнездовых участков и их многолетнюю продуктивность.

Анализ характеристик местообитаний выполняли на трех уровнях: организменном (характеристика древостоя в окрестностях гнезда) ценоотическом (сочетание биотопов на гнездовом участке) и ландшафтном (типы водоемов) (Романов, 2001).

Работу выполняли на модельной популяции белоплечего орлана в Нижнем Приамурье. В районе исследований по состоянию на 2018 г. насчитывалось 287 гнездовых участков. С помощью дронов DJI Phantom 4 Pro и Mavic Pro Platinum обследовано 133 участка, определены точные координаты гнезд, установлен статус занятости и отсняты серии снимков в надири с шагом 50 м до верхнего предела, определяемого погодными условиями (до высоты 500 м включительно). В 65 «активных» гнездах были птенцы. Остальные отнесены к категории «занятые». Для 80 отснятых участков определены характеристики растительности и биотопов путем дешифровки аэрофотоснимков. Для описания биотопов на гнездовых участках использовали снимки, сделанные с максимальной высоты, а для оценки древостоя в радиусе 40 м от гнезда – снимки с высоты 100 метров.

В качестве **зависимых переменных** рассматривали показатели статуса гнездовой активности участков по результатам исследований в 2018 г. («активный» – 40 участков и «занятый» – 40 участков). А также среднюю многолетнюю продуктивность тех же гнездовых участков за 12-летний период – рейтинг гнездования.

В качестве **независимых переменных**, способных повлиять на статус гнездовых участков и их среднюю многолетнюю продуктивность, рассматривали следующие: 1) характеристики древостоя в радиусе 40 м от гнезда (число деревьев разного вида и бонитета, плотность древостоя, расстояние до 10 ближайших от гнезда деревьев); 2) характеристика биотопов на гнездовом участке (процентное соотношение площади различных типов биотопов: прибрежная полоса, лес, крупные водоемы, обсохшее дно и отмели, мелкие озера, ручьи, открытые поляны, мари, кустарники); 3) расстояния от гнезда до экотопов (кратчайшее расстояние от гнезда до границ биотопов), кратчайшее расстояние до береговой линии кормового водоема, кратчайшее расстояние до опушки леса; 4) ландшафтные характеристики – типы

водоемов: а) крупные озера; б) средние и небольшие по площади озера в устьях впадающих в Амур горных рек; в) реки и протоки.

ГИС-анализ выполняли в среде MapInfo и QGIS. Статистический анализ производился в среде R версии 3.5.3 (R Core Team, 2019).

Мы предполагали, что характеристики местообитаний «активных» гнездовых участков могут отличаться от «занятых» участков, где птицы по тем или иным причинам не смогли вырастить птенцов. В связи с большим числом переменных, характеризующих местообитание, мы использовали метод главных компонент для снижения размерности. Из 6 выделенных биотопов для анализа оставили «лес», «воду» и «открытые поляны», поскольку остальные сильно коррелировали с этими тремя.

В отношении расстояний до экотонов 46,5% общей изменчивости определяла первая компонента, связанная с расстоянием до береговой линии и до опушки леса. Расстояние до водоема является наиболее важной характеристикой, определяющей выбор точки гнездования. Удаленность от опушки имеет значение с точки зрения удобства подлета к гнезду, т.к. в сплошном лесном массиве подлет может быть затруднен.

Анализ растительности в радиусе 40 м вокруг гнезд показал, что 25,4% общей изменчивости всех переменных объясняла первая компонента, положительно коррелирующая с числом лиственниц среднего и высокого бонитета. Вторая компонента, объясняющая 18,4% общей изменчивости, отрицательно связана с количеством сухостоя и положительно с количеством берез на гнездовых участках.

Для **анализа влияния всех независимых переменных** и их различных сочетаний на статус гнездовых участков использовали логистическую регрессию. Ни одна из исходных независимых переменных или их сочетание не дали статистически значимый эффект. Однако некоторые переменные оказывают слабое влияние на границе достоверности ($p = 0.07$), т.е. повышают вероятность наличия птенцов на участке, а именно, доля леса в сочетании с открытыми полянами. Наличие сухих деревьев отрицательно связано со статусом участка, т.е. на «активных» участках сухих деревьев меньше, но эта связь на границе статистической достоверности.

Статистически значимое влияние на статус гнездовых участков оказывает только тип водоема. «Активные» гнездовые участки чаще располагались на небольших и средних по площади озерах, реках и протоках. Соответственно на крупных озерах преобладали «занятые» участки, где пары не воспроизвели потомство ($p=0.017$). Резонно предположить, что гнездовые участки, расположенные в местообитаниях

лучшего качества, на протяжении ряда лет должны производить больше потомства, и наоборот. Для проверки этой гипотезы использовали данные за двенадцатилетний период по тем же самым участкам. Для каждого участка вычисляли средневзвешенное число птенцов – **рейтинг гнездования (РГ)**, характеризующий **качество участка**. Число лет, для которых есть информация об успехе размножения, служило весовой переменной. РГ может меняться от 0 (за 12 лет птицы ни разу не вырастили птенцов на этом участке) до 2 (максимально возможное число птенцов при ежегодном успешном размножении).

Стратегия устойчивого существования популяции орланов ориентирована прежде всего на сохранение взрослых особей (Ueta, Masterov, 2000). В неблагоприятных условиях эти хищники нередко отказываются от размножения или перестают выкармливать птенцов. Поэтому успешность размножения является надежным маркером качества местообитаний.

Линейный регрессионный анализ всех переменных выявил только одну достоверную зависимость – отрицательное влияние числа сухих деревьев на многолетний РГ ($R^2 = 0.073$, $p=0.020$). Наиболее высокий РГ был на гнездовых участках, расположенных на малых озерах и на мелководных заливах больших озер, поросших высокобонитетным лиственничным лесом.

Чтобы учесть взаимодействие различных факторов на РГ, использовали мультирегрессионный пошаговый анализ. В качестве независимых переменных рассматривали следующие: доля леса, кустарников, заболоченных территорий, открытых полей, пойм и воды, дистанция до воды, плотности древостоя, количество осины, березы и ивы.

Модель показывает слабую отрицательную, но статистически значимую связь РГ с числом мертвых деревьев, плотностью сухостоя и долей кустарников ($R^2=0.156$, $p<.007$). Т.е. чем больше сухих деревьев и площади кустарников, тем ниже качество гнездового участка и ниже РГ. Так же можно отметить положительную связь на грани статистической достоверности РГ с долей открытых земель (полян и старых вырубок).

Другим способом оценить влияние характеристик местообитаний на РГ является дисперсионный анализ. Были выделены следующие группы РГ по среднему числу произведенных птенцов: **0** – 0; **1** – 0.125-0.5; **2** – 0.57-0.67; **3** – 0.75-0.86; **4** – 1; **5** – 1.06-2. Дисперсионный анализ категорий РГ от рассматриваемых характеристик также показал слабый уровень их связи на грани статистической достоверности. Достоверная связь оказалась только для плотности сухостоя ($F=2.64$, $p=0.03$).

Из всей совокупности переменных, характеризующих местообитание, пошаговый дискриминантный анализ **влияния типов наземного покрова** на РГ выделяет долю воды, долю открытых полей, долю кустарников и плотность древостоя в целом как значимые характеристики для рассматриваемых групп РГ. Достоверность различий групп РГ наибольшая для доли воды при квадратичном характере связи с РГ. Наибольшая доля воды соответствовала гнездовым участкам с самым высоким РГ. Мозаичность насаждений хотя и незначительно, но повышает качество местообитаний, т.к. обеспечивает свободный подлет к гнездам. В сплошном лесном массиве орланы вынуждены гнездиться на опушке леса (среднее удаление от границы леса 18,3 м, N=72). Чем больше площадь прибрежных кустарников, тем дальше гнездо удалено от воды и тем хуже качество участка. В целом можно отметить слабый статистический уровень связи долей разных типов наземного покрова на гнездовых участках с РГ.

Близость к воде является ключевым условием гнездования орланов. Минимизация расхода энергии на перелеты к местам охоты позволяет поддерживать энергетический баланс семьи в более широком диапазоне условий. Близкое расположение присад к береговой линии дает птицам возможность подкарауливать добычу, не покидая гнездового участка.

Для характеристик древостоя на гнездовых участках, наиболее значимой оказалась связь РГ с плотностью сухостоя. При снижении плотности сухостоя наблюдается рост РГ до значения 0,75. По-видимому, это то количество сухостоя, которое обеспечивает комфортное число присад паре птиц.

Число берез и осин связано с РГ отрицательно квадратично: участки с наименьшим и наибольшим значением РГ отличались низким количеством деревьев этих пород. В лесных насаждениях береза является альтернативой лиственницы – основной породе гнездовых деревьев. Поэтому уменьшение плотности березы свидетельствует об увеличении качества участка.

Общая плотность древостоя также уменьшается для высоких значений РГ. Орланы избегают гнездиться в массивах с высокой плотностью древостоя, мешающему свободному подлету к гнезду.

Таким образом, тип водоёма и близость к береговой линии являются наиболее важными факторами в выборе орланами участков для гнездования. Положительную роль играет мозаичность лесного покрова, определяющая удобство полёта к гнезду. Напротив, высокая доля сухостоя и преобладание березы и осины негативно сказываются на

пригодности участка. На участках с высоким рейтингом гнездования по площади преобладают пойменные биотопы.

Литература

- Мастеров В.Б., Романов М.С., 2014. Тихоокеанский орлан: экология, эволюция, охрана.- Москва: Товарищество научных изданий КМК.- 384 с.
- Романов М.С., 2001. Топические связи лесных хищных птиц в мозаике растительного покрова.- Автореферат диссертации к. б. н.- М.: МПГУ.- 23 с.
- R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Ueta M., Masterov V., 2000. Estimation by a computer simulation of population trend of Steller's Sea Eagles. – First Symposium on Steller's and White-tailed Sea Eagles in Asia, 9-15 February 1999, Tokyo and Hokkaido, Japan. Wild Bird Society of Japan, Tokyo.- P.111–116.
-

Оценка качества местообитаний орланов с использованием беспилотных летательных аппаратов и ГИС-моделирования

Evaluation of the quality of sea eagle habitats using unmanned aerial vehicles and GIS modeling.

**В.Б. Мастеров¹, М.Ю. Пузаченко², М.С. Романов³,
О.Е. Рванцева⁴**

¹ *Московский гос. университет имени М.В. Ломоносова,*

² *Институт Географии РАН,*

³ *Институт математических проблем биологии РАН –
филиал Института прикладной математики
имени М.В. Келдыша РАН,*

⁴ *Московская государственная академия ветеринарной
медицины и биотехнологии имени К.И. Скрябина*

E-mail: haliaeetus@yandex.ru; puzak@bk.ru; romanov.eagle@gmail.com

Данная работа является продолжением нашей статьи «Некоторые характеристики местообитаний белоплечего орлана и их влияние на успешность гнездования» в настоящем сборнике.

Работу выполняли на модельной популяции белоплечего орлана (*Haliaeetus pelagicus*) в Нижнем Приамурье. В районе исследований по состоянию на 2018 г. насчитывалось 287 гнездовых участков. С помощью дронов DJI Phantom 4Pro и Mavic Pro Platinum обследовано 133 гнездовых участка орланов, для 80 из них определены характеристики растительности и биотопов путем дешифровки аэрофотоснимков.