

Изучение миграции сапсана *Falco peregrinus* Северной Евразии при помощи спутниковых передатчиков системы Аргос. Предварительные результаты и перспективы исследований

В.А.Соколов, А.А.Соколов, Э.Диксон

Василий Андреевич Соколов. Институт экологии растений и животных УрО РАН. Екатеринбург.
E-mail: vsokolov@inbox.ru

Александр Андреевич Соколов. Экологический научно-исследовательский стационар
Института экологии растений и животных УрО РАН. Лабытнанги. E-mail: sokhol@yandex.ru

Эндрю Диксон. Международное консультативное агентство по дикой природе. Кармартен,
Великобритания. E-mail: falco@falcons.co.uk

Поступила в редакцию 24 января 2013

Подходит к своему завершению одно из самых широкомасштабных, высокотехнологичных, а соответственно – сложных и дорогостоящих исследований миграций птиц в России: работа по спутниковому слежению сапсанов *Falco peregrinus*, гнездящихся в Евразийских тундрах. Работой охвачена вся территория Российской Арктики – от Кольского полуострова, через Ямал, Таймыр, дельту Лены до нижнего течения Колымы. В этом сообщении мы хотим поделиться с коллегами нашим опытом и предварительными результатами работы. Надеемся, что эти знания помогут значительно сэкономить время при планировании и проведении подобных работ, а полученные сведения заинтересуют специалистов самых разных отраслей и ведомств, причастных к изучению и охране природы.

Важность изучения миграций птиц в нашей стране трудно переоценить, ведь значительная часть видов, гнездящихся в России, является перелётной. Исследуя всевозможные аспекты экологии и биологии птиц в местах размножения, мы имеем дело лишь с частью их жизненного цикла, другая проходит за пределами области гнездования – в других регионах, странах и даже континентах. Всё это крайне затрудняет работу орнитологов, а все меры по сохранению птиц зачастую сводятся к пустой формальности. К примеру, занесённых в Красную книгу амурских кобчиков *Falco amurensis* десятками тысяч едят на миграционных остановках в Индии, краснозобых казарок *Branta ruficollis* отстреливают на путях пролёта в России и Казахстане, а сухоносов *Anser cygnoides* и пискулек *Anser erythropus* в массе добывают на зимовках в странах Азии.

Многие десятилетия перемещения птиц изучали главным образом с помощью кольцевания: на ногу птице одевали металлическое или

пластиковое кольцо с номером. При помощи этого метода выяснены основные пути пролёта и места зимовки многих видов. Одним из основных недостатков кольцевания является то, что для получения информации о птице её, как правило, нужно либо поймать, либо застрелить, либо найти мёртвой, что, безусловно, снижало эффективность и информативность метода. К тому же выявить миграционную биологию (скорость и дальность миграции), статус пребывания птицы (находилась ли она на путях пролёта или на местах зимовки) и другие особенности удавалось далеко не всегда. Кроме того, в случае многих видов (например, большинства воробьиных птиц) кольцевание даже тысяч и десятков тысяч особей ещё не гарантирует получение достаточного количества «возвратов» – сведений о местах находок и состоянии попавших в руки людей окольцованных птиц.

С развитием современных технологий появилась возможность создавать небольшие по размеру и массе передающие устройства и получать значительный объём информации о перемещениях птиц за определённый промежуток времени (в случае с логгерами) или в реальном времени (передатчики, использующие мобильные сети GSM или спутниковые системы GPS и Argos), в зависимости от целей и задач исследования. При этом можно оценить скорость миграции, выявить пути и сроки пролёта, места остановок и другие важнейшие моменты в жизни птиц. Более широкое использование передатчиков помогает также изучать популяционную структуру видов, выявлять факторы, объясняющие динамику численности популяций, выявлять возможные пути передачи опасных инфекций и решать многие другие фундаментальные и прикладные задачи. Одним из преимуществ использования таких устройств является то, что информация от помеченной птицы поступает непрерывно, иногда довольно продолжительное время, при этом не требуется нахождение наблюдателей «в поле». Всё, что нужно сделать – это правильно спланировать исследование и установить трансмиттер на птицу.

В мировой практике опыт использования спутниковых передатчиков насчитывает более 25 лет. За это время накоплен огромный материал о путях миграций многих видов, в основном в Неарктике и странах Западной Европы. Сегодня спутниковая телеметрия выходит на новый уровень: оцениваются миграционные стратегии популяций, внутривидовая изменчивость пролётных путей в зависимости от магнитных полей, изменения атмосферного давления, розы ветров и других экологических, антропогенных и фенологических параметров, оценивается степень филопатрии, дальность и направление ювенальной дисперсии и т.п. Есть и более прикладные разработки. К примеру, суточная активность птиц, направление и высота их полётов учитывается при организации безопасности полётов воздушного транспорта, а

знания о путях пролёта птиц дают возможность прогнозировать распространение некоторых опасных заболеваний.

К сожалению, все существующие спутниковые передающие устройства для птиц производятся за рубежом, а их стоимость довольно высока, что осложняет их покупку, экспорт и использование на территории Российской Федерации, к тому же в нашей стране нет официальных дилеров, предлагающих это оборудование. Средняя стоимость одного спутникового передатчика для птиц составляет порядка 3 тыс. американских долларов, а его годовое обслуживание в системе Аргос – около 1 тыс. долларов. Кроме того, при импорте устройств на территорию РФ необходимо учитывать таможенные пошлины (5% от стоимости), оплачивается и 18% НДС, взимается плата за получение разрешений, не считая затрат большого количества времени и сил. Конечно, при современных темпах развития технических средств надо ожидать удешевления и миниатюризации подобного оборудования в будущем (кстати, разработчики уже представили прототип спутникового передатчика весом 3 г). Однако к тому времени такие исследования могут быть уже не столь актуальны, поскольку основные результаты будут принадлежать специалистам из других стран. К примеру, при реализации проекта по изучению путей распространения птичьего гриппа на территории Африки и Евразии было установлено более 550 передатчиков на птиц 23 видов в 12 странах*, при этом многие из меченых птиц летели на территорию России (например, белолобый гусь†, полярная сова‡). Очевидно, что изучение миграции многих видов, гнездящихся в России, возможно посредством установки передающих устройств на птиц на местах зимовки за пределами нашей страны.

Актуальность исследования.

Сапсана изучают давно и довольно интенсивно. Это один из самых распространённых видов хищных птиц, его нет только в Новой Зеландии и Антарктиде. В то же время распространение сапсана далеко неравномерно по ареалу, в большинстве районов он редок, а местами и вообще исчез на гнездовье.

Резкое снижение численности сапсана почти повсеместно произошло в 1960-х годы из-за использования в сельском хозяйстве пестицидов, прежде всего ДДТ. Поскольку сапсан находится на вершине пищевой пирамиды, происходит накопление в его организме вредных веществ, поступающих с пищей, что приводит к неправильному формированию яиц и высокой эмбриональной смертности. В настоящее время сапсан занесён в Международную Красную книгу, что вместе с

* См.: <http://www.werc.usgs.gov/ResearchTopicPage.aspx?id=17>

† См.: <http://www.blessgans.de/index.php?id=431&L=1>

‡ См.: <http://www.birdlife.no/prosjekter/snowyowl.php>

запретом ДДТ сегодня способствует увеличению численности этого вида в большинстве районов.

Обширность ареала сапсана предполагает существование множества популяций, обладающих разными признаками и адаптациями к локальным условиям. По внешнему виду птиц разных группировок различают по размерам и окраске, отличаются они и образом жизни — среди них есть оседлые и перелётные. До сих пор у специалистов нет единого мнения относительно количества подвидов сапсана, границ их ареалов, фенетической и генетической их самостоятельности. Считают, что тундровый подвид *Falco peregrinus calidus* Latham 1790 гнездится на севере Евразии. В отличие от *F. p. peregrinus* Tunstall 1771, живущего в средней полосе России и в Западной Европе, и *F. p. japonensis* J.F.Gmelin 1788, обитающего на востоке России, он отличается более крупными размерами, светлой окраской верха и высокой миграционной подвижностью (есть сведения о встрече сапсанов предположительно этого подвида в Южной Африке). Остаётся неясной генетическая самостоятельность каждой группировки и факторы риска, которые могут на них влиять на путях миграции и зимовки. Несмотря на кольцевание многих сотен птиц на местах гнездования в тундре, сведения о возвратах колец с мест зимовки единичны и поступают в основном из стран Западной Европы.

Цели и задачи исследования

В рамках нашего проекта мы изучаем географическую изменчивость, территориальное и миграционное поведение сапсанов, гнездящихся в пяти районах евразийской Арктики при помощи спутниковой телеметрии. Получаемые данные позволяют нам определить точные сроки и пути миграции птиц из районов размножения на места зимовок и обратно, дают возможность локализовать места их останков в пути. Сведения спутникового слежения также пригодны для изучения размеров территорий, которые занимают птицы в разные периоды размножения в зависимости от типов местообитаний и фенологии видов жертв. Кроме того, мы анализируем степень и характер использования территорий, занимаемых птицами на местах зимовок. Попутно мы собираем сведения об основных морфометрических характеристиках птиц, окрасочном полиморфизме и некоторых экологических условиях обитания птиц, гнездящихся в разных районах. Все эти сведения важны для понимания состояния популяции тундрового подвида, факторах риска и организации международной охраны этих птиц в разных частях ареала.

Методические аспекты работы и оборудование

Для выполнения задач исследования мы запланировали установку 10 трансммиттеров на размножающихся сапсанов в каждой из 5 точек евразийской Арктики: Ямал (2009 год), дельта Лены (2010), Таймыр (2011), Кольский полуостров (2012) и устье Колымы (2013). В нашей работе мы использовали спутниковые передатчики РТТ-100 весом 12-18 г фирмы Микровэйв (США)*, являющейся лидером в произ-

* См.: <http://www.microwavetelemetry.com/>

водстве спутниковых устройств слежения за птицами. Трансмиттеры работают от солнечных батарей, что позволяет им выполнять свою функцию на протяжении нескольких лет. Каждый передатчик генерирует импульсы на определённой частоте (401.65 МГц ± 30 кГц), которые принимаются шестью спутниками, расположенными на низких околоземных орбитах. Сигналы регистрируются бортовыми запоминающими устройствами спутника и передаются в один из наземных центров приёма и обработки данных системы Аргос. Координаты объектов определяются путём сопоставления частот нескольких сигналов, полученных спутником в течение одного пролёта над передатчиком (эффект Доплера), при этом максимальная точность определения местоположения птицы составляет около 250 м. После обработки информации координаты объекта передаются владельцу передатчика по сети Интернет. Функционирование системы Аргос обеспечивается французской фирмой CLS*. Интересы CLS в России представляет ЗАО «ЭС ПАС» в лице А.Л.Сальмана, который оказал нам неоценимую информационную поддержку при планировании работ и в части оформления всех необходимых согласований и решений, за что мы выражаем ему искреннюю признательность.

В начале июля 2008 года мы провели рекогносцировочные исследования на Ямальском участке, посетили несколько гнёзд и наметили основные этапы нашей работы. В июне 2009 года на Южном Ямале мы поместили передатчиками 9 самок и 1 самца сапсана, участвующих в размножении. В устье Лены в 2010 году поместили 8 самок, в 2011 году на Таймыре – 9 самок и 1 самца. Передатчики крепились на птицу по типу «рюкзак» при помощи тефлоновой тесьмы, которая обеспечивает антибактериальную защиту и долговечность крепления.

Предварительные результаты и перспективы исследований

Пути пролёта отслеженных сапсанов из трёх районов представлены на рисунке 1. Предварительные результаты работы сводятся к следующим основным моментам.

1. Популяции сапсана на местах гнездовий в трёх районах Российской Арктики (Ямал, дельта Лены и Восточный Таймыр) в настоящее время относительно благополучны. В каждом из обследованных мест большинство пригодных местообитаний оказались занятыми парами.

2. Миграционные пути сапсана, гнездящегося в Северной Евразии, демонстрируют модель «параллельной миграции» с определённой степенью связи между местами гнездования и зимовки. Схема параллельной миграции птиц показывает, как может быть ограничен поток генов между популяциями на территории Северной Евразии и объясняет наличие клинальной изменчивости в размерных характеристиках птиц и их окраске.

3. Пути миграции помеченных особей указывают на то, что сапсаны, как правило, избегают длительных морских перелётов, тем самым в период осенней миграции могут возникать места повышенной плотности пролёта в некоторых прибрежных районах, таких как северное по-

* Подробнее об особенностях её работы: <http://www.argos-system.org/web/en/67-how-it-works.php>

бережье Чёрного, побережье Каспийского и Красного морей и Персидского залива.

4. Факторы, определяющие направление и расстояние миграции, остаются неизвестными, но, несомненно, включают как генетические, так и экологические компоненты.

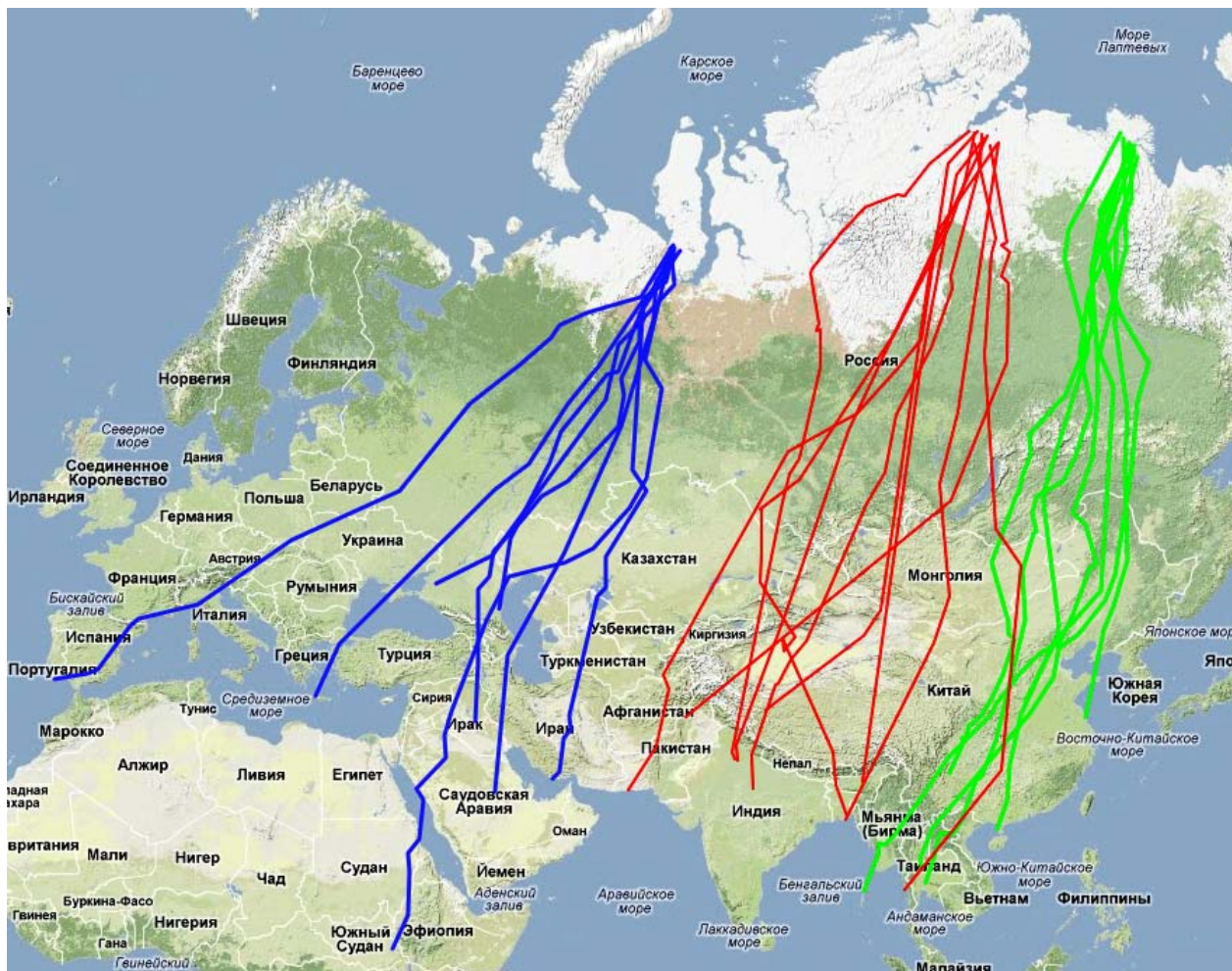


Рис. 1. Пути осенней миграции и места зимовок сапсанов *Falco peregrinus*, гнездящихся в тундрах Ямала, Таймыра и в устье Лены (Dixon *et al.* 2012).

5. Широкий спектр мест зимовки, направлений и путей миграции даёт сапсанам «запас прочности» при локальных негативных воздействиях. Только крупномасштабные события (такие, как широкое применение пестицидов в мировом сельском хозяйстве), вероятно, могут оказать существенное влияние на популяции сапсана.

6. Глобальные экологические изменения в Арктике, которые обусловлены изменением климата, могут оказать потенциальное влияние на сапсанов (например, путём воздействия на популяционные тренды и/или миграционное поведение).

Благодаря многолетней работе передатчиков было установлено, что все помеченные особи из года в год сохраняют индивидуальное постоянство путей пролёта, мест гнездования и зимовки (рис. 2). В то же

время остаётся неясным, как происходит выбор мест гнездования и зимовки у молодых птиц. Насколько далеко они могут загнеститься от места своего рождения? От характера дисперсии зависит величина потока генов между группировками и степень генетического своеобразия популяций, их фенетические и экологические особенности.



Рис. 2. Миграционные пути 4 сапсанов, гнездившихся на Ямале в 2009-2010 годах.

Для ответа на эти вопросы в 2010 году на Ямале были помечены два слётка сапсана из выводков самок с уже известными путями пролёта. Предварительные результаты эксперимента представлены на рисунке 3. Сигналы от одного из передатчиков, установленных на слётков, перестали поступать из окрестностей города Серова Свердловской области в октябре 2010 года, другой трансммиттер «замолчал» в декабре 2010 года в Южном Судане. Интересно, что в непосредственной близости от этого района находилось место зимовки взрослого сапсана из соседнего со слётком гнезда.

Работы были продолжены в 2012 году на Кольском полуострове, где мы поместили 7 слётков из 4 гнёзд. Миграция 3 взрослых сапсанов из этого района в Западную Европу и Средиземноморье была просле-

жена в 1996 году (Ganusevich *et al.* 2004). Для минимизации воздействия передатчиков на птиц при работе в этом районе мы использовали передатчики меньшего веса – 12 г вместо применявшихся ранее передатчиков весом 18 г.



Рис. 3. Пути пролёта взрослых птиц (Ad.) и их птенцов (Juv.) из мест размножения на Ямале в 2010 году (родители и птенцы из каждого гнезда показаны одним цветом). Жёлтым цветом отмечена миграция взрослой птицы из соседнего гнезда.

Шесть из семи трансммитеров, установленных на Кольском полуострове, перестали передавать сигналы в течение 2 месяцев после их установки на разных этапах осенней миграции (от Кольского полуострова до Скандинавии). В настоящее время мы продолжаем получать

сигналы только от одного окольцованного птенцом сапсана, который находится близ западной границы Испании с Португалией.

К сожалению, смертность молодых птиц намного выше, чем взрослых – это общеизвестный факт. Обусловлена смертность главным образом воздействием хищников, погодных и кормовых факторов в период вылета и первых лет жизни. Кроме того, на поздних этапах развития слётков масса тела и, соответственно, его размеры, могут значительно меняться, так что угадать размер лямок, удерживающих передатчик на птице, очень трудно. К этому нужно добавить, что молодые птицы приступают к размножению только в возрасте 2-3 лет, поэтому для получения достоверных сведений о ювенальной дисперсии необходимо мечение большого числа молодых птиц, что, соответственно, требует больших временных, финансовых и физических затрат.

Несмотря на низкую эффективность метода спутниковой телеметрии при изучении ювенальной дисперсии, результаты мечения слётков сапсана на Ямале и Кольском полуострове указывают на то, что молодые птицы выбирают независимый от родителей путь миграции, который, впрочем, укладывается в общее направление пролёта взрослых птиц из данного региона.

Для изучения популяционной структуры сапсана, гнездящегося в Северной Евразии, планируется использовать один из наиболее эффективных способов – генетический анализ. В параллельном проекте исследователи из университета Кардиф (Великобритания) и БГИ Шеньжень (Китай) провели работу по секвенированию полного генома рода *Falco*. В результате получено огромное количество генетических маркеров, которые планируется использовать для сравнения гнездящихся популяций сапсана из трёх крайних точек ареала тундрового подвида (Кольский полуостров, Ямал, нижнее течение Колымы). Для этого в 2012 году нами были собраны образцы крови у птенцов из 5 разных выводков на первых двух участках, в 2013 году планируется взятие проб и в нижнем течении Колымы.

Таким образом, в результате работ, выполненных с помощью спутниковых передатчиков, мы планируем получить современные знания о миграционной биологии и территориальном поведении сапсана, гнездящегося в Российской Арктике, а посредством генетических исследований будут изучены закономерности пространственной и популяционной структуры населения в пределах региона.

Необходимые бюрократические процедуры для проведения работ
с использованием спутниковой телеметрии
и генетических исследований

В заключение остановимся на основных технических моментах, которые необходимо учитывать при планировании исследований с применением спутниковой телеметрии на территории России.

В том случае, если в работе предполагается участие иностранного партнёра и используются импортные спутниковые передатчики, необходимо получить заключение ФСТЭК (Федеральная служба по техническому и экспортному контролю). Если же проект российский и иностранные специалисты в нём не участвуют, то такое заключение не требуется. Это – первоочередной документ, о котором нужно позаботиться заранее, поскольку его рассмотрение и принятие решения занимает не менее 4-6 месяцев. При подаче заявления основное, что необходимо знать – базовые характеристики передатчика, примерный район проведения исследований и цели проводимой работы. В результате ФСТЭК выдаёт «Заключение», в котором прописываются условия, на которых использование подобного оборудования разрешено на территории РФ.

Для импорта радиопередатчиков на территорию России необходимо получить следующие документы:

1. Заключение Радиочастотного центра. На основании представленных документов (официального запроса и сведений об общих характеристиках передатчика) выдаётся заключение о соответствии технических характеристик ввозимых радиоэлектронных средств техническим характеристикам и условиям использования, утверждённым обобщённым решением государственной комиссии по радиочастотам (ГКРЧ). Здесь большую работу проделали сотрудники Института проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН, на основании заявления которых принято обобщённое решение ГКРЧ № 10-08-07 от 23 августа 2010. Оно позволяет получать научным учреждениям РФ необходимые заключения для проведения работ с применением передатчиков по упрощённой схеме.

2. Лицензия министерства промышленности и торговли (Минпромторг). Необходима регистрация учреждения на сайте Минпромторга, официальный запрос и заключение Радиочастотного центра.

Кроме того, желательно иметь заключение независимой экспертизы об отсутствии шифровальных или криптографических устройств, а также письмо от Федерального агентства связи о том, что ввозимое оборудование не подлежит обязательной сертификации. Однако в ряде случаев подобных заключений при прохождении таможенных процедур не требуется.

На отлов, мечение и другие манипуляции с птицами (особенно охраняемыми) и их гнёздами также необходимы специальные разрешения, выдаваемые отделениями Росприроднадзора. Если у вас нет навыка отлова птиц и вы не знакомы с существующими методиками, необходимо предварительно проконсультироваться у специалистов, имеющих такой опыт или привлечь их к работе.

Для организации экспорта образцов крови для проведения генетических исследований за рубежом необходимо дополнительно получить следующие документы:

1. Разрешение СИТЕС со стороны экспортера и импортера образцов. В России выдаётся органами Федеральной службы по надзору в сфере природопользования.

2. Ветеринарное свидетельство на транспортировку проб крови из региона сбора в регион, откуда они будут экспортироваться.

3. Разрешение на экспорт образцов через систему Argus <http://www.fsvps.ru/fsvps/argus> (необходима регистрация организации).

4. Ветеринарное свидетельство на вывоз за рубеж от ветеринарного территориального органа по месту предэкспортного хранения проб того региона, куда они были вывезены из региона сбора.

5. Замена ветеринарного свидетельства на вывоз за рубеж на международный ветеринарный сертификат. Процедура происходит в аэропорту отправки при оформлении таможенных документов службой отправки или лично при персо-

нальной перевозке образцов крови. Необходимо учитывать тот факт, что ветеринарное свидетельство действует всего 5 дней.

Процедура получения каждого из этих документов имеет свою специфику и требует немалых физических и финансовых затрат, однако получение полного пакета документов всё же возможно.

Одним из сложных моментов, при организации и проведении исследований было планирование полевых работ в пяти точках Российской Арктики, где практически не развита инфраструктура, не говоря уже о наличии дорог, транспорта и т.д. На Ямале большую помощь оказали наши давние друзья – семья ненцев во главе с Такучи Лаптандером, на различных этапах исследования в работе принимали участие Лекомт, Д. Эрих, Н.Йоккоз (университет Тромсе, Норвегия), В.Г.Штро, Н.А.Соколова (ЭНИС ИЭРиЖ), И.Г.Покровский, О.Куликова (МГУ), В.Н.Сидоров. При работе в устье Лены помочь нам согласился В.И.Поздняков, который имеет многолетний опыт орнитологических исследований в дельте этой реки. Большую помощь здесь также оказали сотрудники международной биологической станции «Лена-Норденшельдт» во главе с директором В.И.Иллус, зам. директора С.П.Троевым, а также сотрудниками заповедника «Усть-Ленский». При работе на востоке полуострова Таймыр неоценимую информационную поддержку оказал известный орнитолог И.Н.Поспелов, разработавший для нас оптимальный вариант работы и предоставивший сведения о гнёздах сапсана. На месте большая помощь была оказана сотрудниками Таймырского государственного заповедника и лично С.Л. и Л.И.Осиповыми, А.Д.Антоновым, Ю.М.Карбаиновым и А.Д.Рудинской. В 2012 году на Кольском полуострове организацией экспедиции руководил С.А.Ганусевич, который изучает сапсанов в Понойской депрессии уже 36 лет. Он оказал нам также огромное содействие при организации отправки образцов для проведения генетических исследований. В работе большую помощь оказали сотрудники ГОУ «Дирекция ООПТ» Мурманской области, а её директор И.В.Вдовин и инспектор охраны П.А.Горбачёв, принимали активное участие в работе экспедиции. Радужный приём и помощь на месте была оказана Н.С.Артиевым. Всем этим людям мы выражаем глубокую и искреннюю благодарность за помощь и гостеприимство. Без их знаний и опыта реализовать подобное исследование было бы вряд ли возможно.

Проект по изучению сапсанов Северной Евразии проводится в рамках научного сотрудничества между Международным консультативным агентством по дикой природе (Кармартен, Великобритания) и Институтом экологии растений и животных УрО РАН (Лабитнанги, Екатеринбург, Россия). Основное финансирование проекта осуществляется Агентством по окружающей среде Абу-даби (ОАЭ). Работа выполняется в рамках программ президиума УрО РАН №12-М-45-2062 и №12-4-7-022 (Арктика).

Литература

- Dixon A., Sokolov A.A., Sokolov V.A. 2012. The subspecies and migration of breeding Peregrines in Northern Eurasia // *Falco: The Newsletter of the Middle East Falcon Research Group* 39: 4-9.
- Ganusevich S.A., Maechtle T.L., Seegar W.S., Yates M.A., McGrady M.J., Fuller M., Schueck L., Dayton J., Henny C.J. 2004. Autumn migration and wintering areas of Peregrine Falcons *Falco peregrinus* nesting on the Kola Peninsula, northern Russia // *Ibis* 146: 291-297.

