

Использование спутниковой системы Argos для наблюдения за животными на территории России

А.А. Сальман¹, В.В. Рожнов²

Ключевые слова: Argos, наблюдения, животные, сезонные миграции, радиомаяки, ИПЭЭ РАН

Key words: Argos, tracking, animals, seasonal migrations, radio beacons, RAS Institute of Ecology and Evolution

Уже в течение 30 лет международная спутниковая система определения местоположения и сбора данных Argos интенсивно используется в рамках всевозможных биологических и экологических программ. В настоящее время научные организации наблюдают за перемещениями более 7 300 животных с помощью радиомаяков системы Argos. В результате учёные получают данные о ежедневном поведении животных, об их сезонных миграциях, а также об их физиологическом состоянии и параметрах окружающей среды. Наблюдение за животными с помощью спутниковых технических средств позволяет получать информацию, недоступную при использовании других методов изучения животного мира.

К сожалению, до недавнего времени в России реализовывались лишь отдельные пилотные проекты в области наблюдения за животными с помощью системы Argos. Это было связано с целым рядом административных и технических причин, со сложностью решения проблем финансового характера. Прежде всего серьёзную проблему представляли собой длительные и сложные процедуры получения всех необходимых разрешений для реализации каждого нового проекта. Кроме того, препятствием для формирования крупных программ являлась дороговизна иностранных радиомаяков системы Argos (с учётом расходов на их доставку в Россию и таможенное оформление), а также высокий уровень действовавших в Российской Федера-

ции тарифов на спутниковые услуги системы Argos. Наконец, при выполнении некоторых пилотных проектов были отмечены нестабильность функционирования радиомаяков и ограниченный объём поступающей от них информации.

С целью создания предпосылок для активного внедрения в российские биологические исследования метода спутникового наблюдения за животными был осуществлён ряд мероприятий, направленных на устранение названных выше проблем.

Результатом административной работы стало обобщённое решение Государственной комиссии по радиочастотам о выделении полосы частот для эксплуатации радиомаяков системы Argos в рамках экологических

¹ Генеральный директор, ЗАО «ЭС-ПАС», 125171, г. Москва, Ленинградское ш., 15–73, e-mail: a.salman@es-pas.com

² Заместитель директора, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, 119071, г. Москва, Ленинский проспект, д. 33, e-mail: rozhnov.v@gmail.com

проектов и работ, предполагающих наблюдение за животными. Этот документ предусматривает значительное упрощение процедур, связанных с получением лицензий и разрешений при подготовке к реализации научных проектов на территории России.

Помимо этого с целью дальнейшего упрощения административных аспектов подготовки проектов началась разработка радиомаяков спутниковой системы Argos в России. В период с 2007 по 2009 г. был разработан, отлажен и использован в рамках ряда проектов радиомаяк, предназначенный для наблюдения за белухами и тюленями. В 2009–2010 гг. был разработан целый ряд изделий российского производства, с помощью которых осуществлялось слежение за наземными животными: волками, оленями, тиграми, бурьми и белыми медведями. В результате при подготовке некоторых проектов отпала необходимость заключения с иностранными организациями контрактов на закупку оборудования, ввоза радиомаяков на территорию России, подготовки соответствующих документов и выполнения процедур таможенного оформления.

Использование российских радиомаяков в ряде проектов позволило несколько сократить расходы на закупку оборудования за счёт упразднения таможенных платежей и затрат на транспортировку. Другим важным финансовым фактором стало значительное снижение стоимости спутниковых услуг при использовании системы Argos в рамках российских научных государственных проектов. Такое снижение стало возможным благодаря официальному присоединению России к международному соглашению Joint Tariff Agreement, в рамках которого устанавливаются тарифы на спутниковые услуги системы Argos.

Что касается технических проблем, связанных с эксплуатацией радиомая-

ков, с целью их устранения был проведён целый комплекс тестов различных типов российского и иностранного оборудования как в лабораторных условиях, так и на местности в тех регионах, где выполняется или запланирована реализация крупных проектов. Были выявлены факторы, влияющие на качество передачи радиомаяками данных на спутники системы Argos, а также определены оптимальные технические характеристики оборудования и наиболее удачные стратегии излучения сообщений. Благодаря этому удалось добиться регулярного получения спутниками сообщений даже от радиомаяков, функционирующих в исключительно сложных условиях пересечённой местности и густого лесного покрова.

Успешное устранение причин, препятствовавших развитию работ в области спутникового наблюдения за животными, привело к развёртыванию интенсивной деятельности в этом направлении в 2010 г. Российские научные организации приступили к реализации как отдельных проектов, так и многолетних программ исследования поведения животных с помощью спутниковых технических средств.

Лидирующая роль в проведении подобных работ принадлежит Институту проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН). Институт представляет интересы российских научных организаций в рамках соглашения Joint Tariff Agreement, а также реализует целый ряд интересных программ при поддержке Русского географического общества в рамках функционирования Постоянно действующей экспедиции РАН по изучению животных Красной книги Российской Федерации и других особо важных животных фауны России. Целью этих программ является комплексное изучение и сохранение редких видов животных в их естественной среде

обитания. Проводится исследование распространения и численности изучаемых видов на территории России, их сезонных миграций, генетического статуса различных популяций, состояния здоровья диких животных, проблем их охраны и рационального использования.

В 2009 г. сотрудниками ИПЭЭ РАН было начато выполнение Программы изучения распространения и миграций белухи («Белуха — белый кит»). Белуха является признанным видом — индикатором состояния морских и арктических экосистем. Питающиеся преимущественно рыбой, популяции белухи очень чётко и своевременно реагируют на все изменения в морской среде, особенно связанные с антропогенными загрязнениями и глобальными климатическими изменениями. Задачей программы является исследование распространения, сезонных миграций и численности белух в российских морях, а также определение современного статуса различных её популяций во всём российском ареале, изучение характеристик среды обитания этих животных, особенностей их питания, взаимосвязи с другими видами. При этом учёные ИПЭЭ РАН применяют как традиционные методы береговых визуальных наблюдений, так и современные методики авианаблюдений, ветеринарных и генетических исследований, спутниковой телеметрии.

В начале 2010 г. в рамках программы «Белуха — белый кит» проводились работы по отслеживанию миграций трёх белух с помощью радиомаяков системы Argos, установленных на животных летом 2009 г. Максимальная продолжительность функционирования оборудования составила 7 месяцев, что позволило получить данные для изучения особенностей миграций животных в зимний период (рис. 1).



Рис. 1. Результаты наблюдения за перемещениями белухи Даши в Охотском море в период с августа 2009 г. по март 2010 г. (© ИПЭЭ РАН)



Рис. 2. Белуха с радиомаяком системы Argos (© ИПЭЭ РАН)

Летом 2010 г. на западном побережье Камчатки и на острове Чкалов работы по отлову животных и установке спутникового оборудования были продолжены. В общей сложности было введено в эксплуатацию 11 радиомаяков системы Argos (рис. 2). В осенние месяцы работы по спутниковому мечению белух продолжились на Белом

морем. В результате одновременного функционирования 15–20 спутниковых радиомаяков у сотрудников ИПЭЭ РАН появится возможность проведения комплексных исследований распространения и сезонных миграций белух в российских морях, сравнения поведения животных из разных популяций, а также выявления различий в поведении нескольких белух из одной группы. Также планируется проведение работ по сопоставлению результатов наблюдений за перемещениями

белух с океанографическими спутниковыми данными и с информацией о ледовой обстановке. Конечной целью таких исследований является выявление закономерностей поведения животных в зависимости от параметров окружающей среды.

В рамках Программы изучения амурского тигра на Российском Дальнем Востоке («Амурский тигр») ИПЭЭ РАН ведёт разработку научных основ для сохранения этого подвида тигра. С этой целью изучаются пространственная структура популяции амурского тигра, перемещения и численность животных на территории России, характер использования ими пространства. Кроме того, исследуется репродуктивная биология вида, характеристики среды обитания, особенности питания и состояния кормовых ресурсов, а также распределение и популяционная динамика основных видов — жертв тигра, его отношения с другими хищниками-конкурентами.

В рамках программы «Амурский тигр» в Приморском крае проводится оснащение тигров, а также бурого и гималайского медведей радиомаяками системы Argos со встроенными навигационными приемниками системы GPS. Благодаря использованию такого оборудования учёные получают не только координаты животного, определённые системой Argos на базе эффекта Доплера, но и более точные координаты GPS.

В 2010 г. продолжалось наблюдение за тремя тиграми, оснащёнными в 2009 г. радиомаяками Argos/GPS. Кроме того, удалось произвести отлов еще пяти тигров, а также одного бурого и одного гималайского медведей. Все эти животные были оснащены спутниковыми ошейниками, и в настоящее время данные об их перемещениях поступают в распоряжение биологов. При этом сложилась уникальная ситуация: после того, как спутниковые

ми ошейниками были оснащены тигр Профессор, тигрица Серьга и один из их сыновей, Боксёр (рис. 3), стал возможен сбор данных о целой семье.

Помимо отловленных диких животных, спутниковые ошейники Argos/GPS были установлены на трёх молодых тиграх, выпущенных на территории Национального парка «Удэгейская легенда» специалистами ИПЭЭ РАН и ФГУ «Специнспекция «Тигр». Прошлой зимой тигрят нашли в истощённом состоянии. После десятимесячного курса реабилитации животные были подготовлены к самостоятельной жизни в тайге и выпущены в районе, где налажена охрана территории, наблюдается достаточное скопление копытных и не замечено присутствие других тигров. Получаемые от радиомаяков данные позволят проследить за процессом адаптации животных к самостоятельному существованию.

Необходимо отметить, что в рамках программы «Амурский тигр» спутниковые радиомаяки эксплуатируются в исключительно трудных условиях пересечённого рельефа и густого лесного покрова. Излучаемые радиомаяками сообщения малой мощности с трудом достигают спутников, функционирующих на приполярных круговых орбитах высотой более 800 км. С целью повышения качества спутникового наблюдения за животными на Дальнем Востоке пришлось провести комплексное тестирование радиомаяков разных производителей, функционирующих в различных режимах, а затем выполнить статистический анализ данных, полученных шестью спутниками системы Argos. Таким образом была определена оптимальная стратегия изучения сообщений, базирующаяся на долговременном предсказании движения спутников над той географической зоной, где ведётся наблюдение за животными. Планирование сеансов связи в периоды максимального коли-

чества высоких пролётов спутников над животным позволило значительно увеличить объёмы получаемых от радиомаяков данных и повысить стабильность наблюдения за перемещениями тигров.

Использование спутниковых средств для дистанционного наблюдения за животными предусмотрено и в рамках Программы изучения белого медведя в Российской Арктике («Белый медведь»), основными целями которой являются изучение, сохранение и восстановление популяции белого медведя. Предполагается изучить современный ареал белого медведя в российской зоне, собрать информацию о перемещениях животных и границах их географических популяций, установить негативные факторы, влияющие на состояние медведей, проанализировать смещение местообитаний в условиях глобальных изменений климата, составить практические рекомендации, обеспечивающие условия для выживания и восстановления численности популяций этого вида.

В 2010 г. специалисты ИПЭЭ РАН приступили к апробации метода и технологии организации работ по спутниковому мечению белых медведей на удалённой арктической территории Государственного природного заказника «Земля Франца-Иосифа». В весенние месяцы было проведено тестирование радиомаяков различных производителей в условиях высоких широт и экстремальных температур, была обеспечена тестовая эксплуатация ошейников как в неподвижном состоянии, так и на двух отловленных медведях. Результаты функционирования оборудования в тестовый период позволили оценить интенсивность и точность определения местоположения животных в районе Земли Франца-Иосифа, принять решение о необходимых доработках ошейников и подготовить оборудование для про-

ведения полномасштабных работ по отлову и спутниковому мечению животных в осенний период 2010 г.

Ещё один важный проект — Программа изучения ареала охотско-корейской популяции серого кита (*Eschrichtius robustus*) с использованием спутниковой телеметрии («Серый кит») — был реализован ИПЭЭ РАН в сотрудничестве с целым рядом российских научных организаций и при поддержке иностранных экспертов. В октябре 2010 г. радиомаяк системы Argos был установлен на серого кита вблизи острова Сахалин (рис. 4). Основная цель этой программы — получение объективной информации о временном и пространственном распространении охотско-корейской популяции серых китов для выработки необходимых мер по её сохранению, а также проведение исследований популяционно-генетических особенностей и половозрастной структуры этих китов.

Учёные выделяют две популяции серого кита: чукотско-калифорнийскую, численность которой на сегодняшний день составляет более 20 000 особей, и охотско-корейскую, численность которой оценивается в 125–150 китов. В начале XX века охотско-корейская популяция считалась полностью истреблённой в результате китобойного промысла, однако в 1983 г. у берегов Сахалина были обнаружены 20 серых китов. С тех пор начался сбор сведений об этой популяции, проводились учёт численности, работы по фотоидентификации, генетические иссле-



Рис. 3. Изображение тигра, полученное с помощью автоматической фотоловушки, установленной на территории Уссурийского заповедника (© ИПЭЭ РАН)



Рис. 4. Серый кит со спутниковым радиомаяком Argos (© ИПЭЭ РАН)

дования. Однако до сих пор не определены современные пути миграций и районы зимовок серых китов, встречающихся у побережья Сахалина. Необходимо ответить на основной интересующий биологов вопрос: сохранилась ли реликтовая генетически изолированная охотско-корейская популяция, проводящая зиму в Южно-Китайском море, или же появляющиеся у берегов Сахалина киты являются частью чукотско-калифорнийской популяции, мигрирующей осенью к побережью Калифорнии. Наблюдение за серым китом, оснащённым спутниковым радиомаяком около Сахалина, позволит биологам ответить на этот важный вопрос.

Помимо описанных выше программ, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН активно содействовал разработке российских радиомаяков системы Argos, предназначенных для наблюдения за



Рис. 5. Волчица Клеопа с экспериментальным ошейником Argos/GPS (© Биологическая станция «Чистый лес»)



Рис. 6. Дикий северный олень с ошейником Argos (© ИБПК СО РАН)

животными. Сотрудники института регулярно принимали участие в отработке различных типов ошейников Argos и Argos/GPS. В рамках сотрудничества с Биологической станцией «Чистый лес» трижды проводилось продолжительное тестирование ошейников Argos/GPS на волчицах, помещённых в вольеры. Отрабатывались различные режимы функционирования оборудования, а также изучалось влияние параметров окружающей среды и особенностей поведения животного на качество передачи данных через спутники системы Argos. Кроме того, шесть волков-сирот после прохождения курса реабилитации на Биологической станции «Чистый лес» были выпущены в Тверской и Калужской областях со спутниковыми ошейниками (рис. 5). Ещё два волка проходили курс реабилитации на территории Даурского заповедника и также были

выпущены с ошейниками Argos/GPS. В результате были получены интересные данные о поведении животных в процессе их адаптации к естественным природным условиям обитания. В дальнейшем эта информация может быть использована для усовершенствования методики подготовки волчат-сирот к самостоятельной жизни. Вместе с тем результаты этого проекта позволили провести отработку российских спутниковых ошейников и явились базой для создания радиомаяков, предназначенных для наблюдения за тиграми и снежными барсами.

Весьма активное участие в отработке российских радиомаяков, предназначенных для наблюдения за животными, принял также Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения РАН (ИБПК СО РАН). В марте 2010 г. проводилось продолжительное тестирование экспериментального радиомаяка системы Argos на домашнем олене в Якутии. После анализа результатов эксплуатации опытного образца была осуществлена доработка оборудования с учётом выявленных недостатков. В итоге появилась первая партия радиомаяков Argos со встроенными излучающими антеннами. Такая конструкция позволила значительно повысить механическую надёжность изделия, увеличив срок автономного функционирования радиомаяков в исключительно трудных условиях, когда одетый на животное ошейник постоянно подвергается разрушительному воздействию со стороны самого животного и других оленей, а также страдает от ударов о камни и от частого соприкосновения с окружающей растительностью.

Использование такого усовершенствованного изделия позволило ИБПК СО РАН успешно начать изучение широкомасштабной миграции и динамики популяции дикого северного оленя в Восточной Сибири. Основной

целью программы является установление современных тенденций влияния глобального изменения климата на миграции и динамические показатели тундровых популяций диких северных оленей Якутии. В процессе реализации программы предполагается выявить основные места массовых сезонных концентраций животных; определить основные индустриальные угрозы в периоды миграций; обеспечить повышение безопасности домашнего оленеводства в тундровой и лесотундровой зонах Якутии, предотвращая увод домашних животных стадами диких северных оленей; способствовать внедрению спутниковых методов наблюдения за животными в традиционное природопользование малочисленных народов Севера.

В августе 2010 г. 15 диких северных оленей были оснащены радиомаяками системы Argos, и началось наблюдение за перемещениями животных (рис. 6). В процессе эксплуатации ошейников нового типа получила подтверждение не только их механическая надёжность, но и высокая точность определения местоположения животных на базе эффекта Доплера. В итоге специалистам ИБПК СО РАН стала доступна исключительно точная информация о ходе миграции оленей. При этом направленные движения нескольких животных противоречит существовавшим ранее представлениям об осенних путях миграции диких северных оленей.

Помимо наблюдения за оленями, ИБПК СО РАН начинает реализацию целого ряда новых интересных пилотных проектов. В рамках осуществления одного из них ошейник с радиомаяком системы Argos был одет на полуторогодовалого овцебыка, отловленного на полуострове Таймыр и переселённого в тундровую зону Якутии в составе целой группы животных в рамках программы восстановления ареала обитания овцебыка на его историчес-

кой родине. Эта программа имеет фундаментальное значение в восстановлении былой продуктивности тундровых экосистем, представляющих важнейшую экологическую базу социально-экономического развития населения Якутии. Спутниковые данные позволят ученым проанализировать поведение искусственно созданной группировки животных и особенности процесса адаптации овцебыков к новой местности.

Достаточно богатый опыт использования радиомаяков системы Argos накоплен и специалистами Мурманского морского биологического института Кольского научного центра РАН (ММБИ КНЦ РАН). В 2010 г. институт реализует проект, основной целью которого является наблюдение за миграцией четырёх особей беломорской популяции гренландского тюленя. Отловленные на льдах Белого моря сеголетки после линьки и установки на них радиомаяков были выпущены на свободу. Наблюдение за их перемещениями в Белом и Баренцевом морях позволит получить новые сведения о пространственно-временном распределении гренландского тюленя на первом году жизни.

Специалисты ФГУ «Окский государственный биосферный природный заповедник» в 2010 г. продолжили работы, направленные на восстановление популяции стерха. В рамках этой программы осуществляется разведение стерхов в неволе с последующим выпуском птиц в природу. В августе и сентябре 2010 г. на трёх подготовленных к выпуску журавлей были установлены радиомаяки системы Argos, что позволит проследить за процессом адаптации птиц к самостоятельному существованию.

Впервые в 2010 г. спутниковые радиомаяки использовались для отслеживания перемещений годовалых животных, выращенных в Центре спасения

медведей IFAW и выпущенных на свободу в Тверской области. Сотрудники Биологической станции «Чистый лес» при поддержке Международного фонда защиты животных (IFAW) обеспечивают реабилитацию медвежат, поступающих в центр в младенческом возрасте после того, как они становятся сиротами в результате зимней охоты. Медвежат выращивают в максимально возможной изоляции от людей, стимулируя развитие их природных инстинктов выживания и навыков избегания нежелательных встреч с человеком.

В возрасте 9 месяцев животные оказываются подготовленными к выпуску в естественную среду обитания. Процесс их дальнейшей адаптации к самостоятельному существованию может быть проконтролирован с помощью спутниковых радиомаяков, регулярно передающих данные о местоположении медведей.

Использование спутниковой телеметрии в рамках описанных выше программ планируется продолжить и в 2011 г. Кроме того, ведётся интенсивная подготовка к реализации новых интересных проектов. Объектами спутникового наблюдения станут такие животные, как снежный барс, дальневосточный леопард, лесной северный олень, лось, лошадь, морж, сивуч, морской заяц, кольчатая и пёстрая нерпа, полосатый и серый тюлень. Следует отметить, что помимо слежения за дикими животными и особями, выпущенными на свободу после реабилитации, планируется развернуть работы по оснащению спутниковыми ошейниками домашних животных, находящихся на вольном выпасе. Отслеживание перемещений домашних оленей, лошадей и даже коров может способствовать значительной оптимизации животноводческой деятельности в целом ряде регионов.

Таким образом, спутниковый метод наблюдения за перемещениями животных становится всё более востребованным на территории Российской Федерации. Интенсивно совершенствуются используемые в рамках таких проектов технические средства, вырабатываются оптимальные стратегии функционирования радиомаяков, накапливается опыт удачного отлова животных, а также надёжной и безопасной установки технических средств. В результате удаётся получать данные о поведении зверей, которые невозможно получить с помощью других методов. Хочется надеяться, что спутниковое слежение за животными в ближайшее время станет широко используемым в России методом биологических исследований и будет способствовать поддержанию биоразнообразия на территории Российской Федерации.

Application of Argos Satellite-based System for Tracking Animals in Russia. By A. Salman, V. Rozhnov

Over 30 years the Argos international system of location and data collection has been intensively used within the frames of multiple biological and environmental programs. A number of measures, reviewed in this article, were taken to give grounds for active introduction of the method of satellite-based monitoring of animals into the Russian biological studies.