

УДК 912.412

МОНИТОРИНГ ЖИВОТНОГО МИРА НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

© 2015 А.А. Медведев¹, Н.А. Алексеенко², И.О. Карпенко¹¹ Институт географии РАН, г. Москва² Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию 22.05.2015

В статье изложен опыт авторов по применению беспилотных летательных аппаратов в зоогеографических исследованиях на особо охраняемых природных территориях России. Актуальность работы видится в новизне метода и использовании технологий, которые могут в какой-то степени могут оптимизировать трудоемкий и субъективный процесс сбора данных о животном мире.

Ключевые слова: *беспилотный летательный аппарат, особо охраняемые природные территории, зоогеографические исследования*

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для проведения аэрофотосъемки является весьма актуальным направлением развития методов сбора геопространственных данных. Использование БПЛА особенно оправдано в тех случаях, когда необходимо получить точную информацию о местности на конкретную дату на небольшую территорию. К тому же, с учетом себестоимости получаемых данных, БПЛА занимают весьма выгодные позиции, а в некоторых случаях являются оптимальными с точки зрения финансовых затрат [4]. Сбор полевых зоогеографических данных – достаточно трудоемкий процесс, во многом зависящий не от наблюдателя, а от представителя животного мира. Но это не отменяет важности таких данных, особенно при изучении особо охраняемых природных территорий (ООПТ), основной задачей которых, является сохранение биологического и ландшафтного разнообразия уникальных природных экосистем и их мониторинг. Выполнение этой задачи сопряжено с некоторыми проблемами:

- необходимость постоянных научных исследований;
- малый штат сотрудников;
- «фактор беспокойства»;
- труднодоступность территорий [1].

Несмотря на большое количество задач, решаемых с помощью БПЛА, их научное применение в России существенно отстает от такового за рубежом, поэтому представляется интересным и актуальным поиск возможностей их применения в нашей стране.

Цель работы: изучение возможностей применения БПЛА в зоогеографических исследованиях на конкретных примерах.

Для достижения цели поставлены следующие **задачи:**

- изучить мировой опыт использования БПЛА в интересующей области;
- провести полевые исследования на ООПТ России;
- проанализировать возможности использования БПЛА в зоогеографических исследованиях.

Методика исследования. Анализ мирового опыта применения БПЛА для изучения животного мира показал, что решение проблемы находится в самой начальной стадии. Много вопросов вызывают анонсированные производителями и производственными фирмами возможности. Тем не менее, можно говорить о следующих видах получения данных о животном мире:

- мониторинг численности млекопитающих по биогенным формам рельефа;
- авиаучет диких животных как по прямым, так и по косвенным признакам;
- распознавание типов гнезд и их обитателей;
- учеты крупных водоплавающих во время миграций и т.д. [3, 5].

Анализируя полученные результаты, можно сказать о невозможности использования космических снимков высокого и сверхвысокого пространственного разрешения для решения поставленных задач (рис. 1). Только применение аэрофотосъемки или БПЛА может дать должный результат. Однако при выборе между этими двумя методами получения данных стоит принимать во внимание основные различия между ними: ценовой вопрос (существенная экономия при использовании БПЛА) и необходимость в услугах сторонних организаций. Достоинства беспилотного способа в сравнении с управляемым авиаучетом: в меньшей степени зависит от погодных условий, возможность пролета над объектом на любой необходимой высоте, снижен «фактор беспокойства», применение камер с

Медведев Андрей Александрович, кандидат географических наук, заведующий лабораторией картографии. E-mail: a.a.medvedeff@gmail.com

Алексеенко Наталья Анатольевна, кандидат географических наук, доцент. E-mail: valtuz@mail.ru

Карпенко Иван Олегович, инженер лаборатории экспериментальных исследований геосистем. E-mail: karpenkoivan92@gmail.com

высокой разрешающей способностью устраняет фактор субъективизма, освобождает от рутинных действий по визуальному поиску животных,

обеспечивает автоматическую привязку полученных изображений к местности [7, 9].

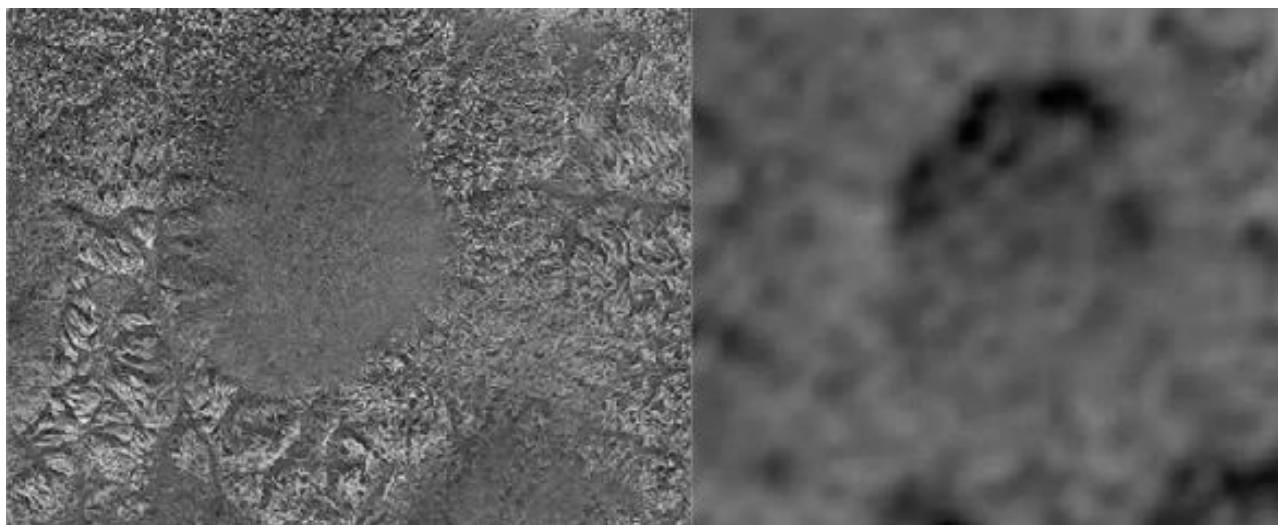


Рис. 1. Снимок с БПЛА (левый) и космоснимок GeoEye [8] (правый)

После полета полученные файлы совместно обрабатываются специализированным программным обеспечением, что позволяет повысить объективность, качество и достоверность выполненного авиаучета. Для каждого снимка создается файл параметров, который включает данные о географических координатах и высоте места создания снимка. Последующая обработка данных параметров позволяет абсолютно точно привязать каждый снимок. В программном обеспечении, обрабатывающем данные, недостатка нет. Каждое из них больше настроено под выполнение какой-то задачи. Например, Finco Animal Count позволяет автоматически распознавать вид животного, по им же создаваемому каталогу. Agisoft Photoscan Professional подходит для создания фотомонтажа [6]. Нерешенные проблемы: большая степень зависимости от температуры и ветра, продолжительность одного полета (без замены аккумулятора) не более 20 минут.

Экспериментальная часть, анализ, обобщение и разъяснение полученных данных. В исследовании применялись 2 БПЛА: квадрокоптер GJI Phantom и гексакоптер RC 690S Tarot 2. Данные аппараты являются одними из наиболее простых среди всех существующих на сегодняшний день БПЛА, однако даже с их помощью можно решать большой ряд географических, в том числе и зоогеографических задач. Существенная разница между DJI Phantom и более усовершенствованной моделью DJI Phantom 2 заключается в объеме аккумуляторов и форме пропеллеров, что позволяет сделать полет качественнее (возрастает устойчивость при порывах ветра) и продолжительнее по времени. В работе был использован DJI Phantom с камерой GoPro HD Hero 3. В связи с возможностью установки большей массы на гексакоптер, была прикреплена камера Sony Alpha NEX-5. Использование данной аппаратуры позволяет получать

снимки большого охвата и с более высоким разрешением.

Полевые работы проходили в несколько этапов на территории заповедников Центрально-Черноземном и «Белогорье», национального парка «Русский Север», Соловецкого государственного музея-заповедника. Набор географических задач определялся техническим оснащением (БПЛА) и научными мероприятиями, выполняемыми ООПТ. Большой упор делался на решение зоогеографических задач, одной из которых являлось исследование возможности использования имеющийся аппаратуры для учета животных. К сожалению, возможность непосредственно посчитать поголовье диких млекопитающих не представилась ни разу, даже на участке «Лес на Ворскле» заповедника «Белогорье», где велика плотность кабанов. Летом мешал густой древесный ярус с подлеском. Зимой, наоборот, просматриваемость кабанов местности и фактор «беспокойства» не позволил даже в местах их обычного скопления зафиксировать особей. Мелкие млекопитающие также летом не видны даже на степных участках, а зимой находятся в укрытиях. Однако можно ориентировочно оценить количество диких животных, например, кабанов, по косвенным дешифровочным признакам. Такими признаками для них являются тропы, лежки и порывы (рис.2 левый).

На склеенной и ортофототрансформированной мозаике были выделены кабаньи тропы. Зная площадь охвата полученного фотоплана (15500 м^2) и длину троп на эту территорию (880 метров), была подсчитана плотность – $0,06 \text{ м/м}^2$ или 56 км/км^2 . Аналогичным способом была подсчитана плотность кабаньих троп на другом участке территории заповедника «Лес на Ворскле» – в садах. Были получены иные результаты – $0,112 \text{ м/м}^2$ или 112 км/км^2 . Следовательно, в осенний период кабаны чаще находятся на территории сада, очевидно, это

связано с поисками пищи. Данные о плотности кабаньих троп, полученные в разное время года, позволяют определить предпочтения этих

животных в различные периоды по кормовой базе и по пребыванию на территории заповедника и вне его границ в зависимости от сезона охоты [2].

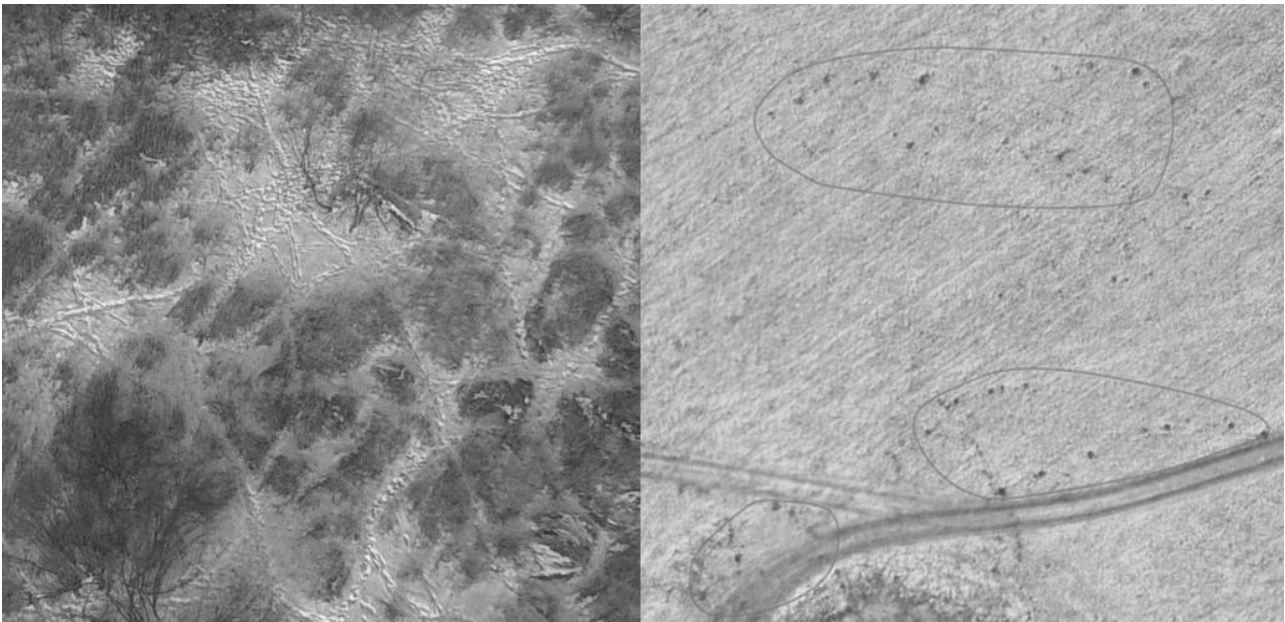


Рис. 2. Кабаньи тропы зимой (левый), слепышины (правый)

Другой задачей было исследование возможности применения БПЛА для определения количества семей землеройных (по образу жизни) животных. На первом этапе объектом исследования были кротовины в Центрально-Черноземном заповеднике, размеры которых, в среднем, не превышают 30-40 сантиметров. Соответственно, их распознавание на космических снимках не представляется возможным. Применение наладонного GPS-приемника для их картографирования не даст должного результата, т.к. его точность 2-5 метров, что свою очередь превышает возможное расстояние между кротовинами. Данные с БПЛА дали возможность специалистам определить ареалы распространения и количество особей.

Следующей задачей стало исследование распространения слепышей на участке «Ямская степь» заповедника «Белогорье». Выделение семейств слепышей возможно только в период ранней весны, что связано с их годовым ритмом поведения. В апреле 2014 г. (сразу после схождения снега перед появлением травянистого покрова) была проведена съемка с БПЛА участка заповедника и слепышины были зафиксированы (рис.2 правый). Сурковины, визуальны наблюдаемые на меловых выделах, плохо читаются на снимках с БПЛА.

Птичье население активно изучается на ООПТ. При ограниченном количестве научных сотрудников удовлетворить интересы охраняемых территорий не только в количественных показателях, но и в сезонных и суточных ритмах довольно сложно. При ведении целенаправленных мониторинговых исследований маршрут должен быть постоянным и обследоваться, по возможности, одним и тем же наблюдателем. Если обследование проводит другой наблюдатель, то результаты

следует воспринимать, как с другого маршрута или местности. Маршрутные методы неприменимы для учета колониальных и водоплавающих птиц. Передвижения этих птиц сложно поддаются учету. Эти методические положения проще реализовать с помощью БПЛА.

Одной из главных задач в изучении птичьих популяций является ежегодный подсчет количества птенцов в гнездах, что позволяет оценить общую численность популяции. Однако в связи с тем, что крупные птицы часто располагают свои гнезда на высоких деревьях или опорах линий электропередач, определить с земли точное количество птенцов в гнезде бывает непросто или невозможно. Десятилетние наблюдения за птицами дали возможность предположить, что в гнездах, расположенных на опорах, количество птенцов, в среднем, больше, чем в гнездах на деревьях. Учитывая же, что в степных районах на опорах ЛЭП сейчас расположено около 40% всех гнезд, отсутствие точных данных о количестве птенцов может значительно исказить картину общего состояния популяции (к столбам ЛЭП можно подъехать на машине с подъемником, а в лесу сложнее найти гнездо, и тем более, забраться в него). Возможность же сравнения количества яиц и вылетающих птенцов позволяет оценить успешность размножения птицы. Использование гексакоптера позволит получить полные и достоверные данные по этой части зоогеографических исследований.

В национальном парке «Русский Север» основной задачей было изучение возможности использования БПЛА для изучения краснокнижного вида – скопы. Для гнездования скопы чаще выбирает обширные, поросшие сосной верховые болота рядом с крупными водоемами, иногда гнезда

встречаются и среди моховых болот, чередующихся сухими грядами, покрытыми старыми ельниками, смешанными лесами или сосновыми борами, на больших расстояниях от населенных пунктов. Гнездо устраивается преимущественно на самых высоких соснах – на вершине дерева или чуть ниже. Скопа очень насторожено относится к людям и практически не позволяет приближаться к местам гнездования. Были изучены возможности

космических снимков сверхвысокого пространственного разрешения, однако по ним не только невозможно распознать гнезда, но даже выделить выдающиеся деревья. При проведении исследования было выявлено, что скопа не боится находиться рядом с БПЛА. В результате были получены снимки гнезд скопы как с большой высоты, так и с маленькой (рис. 3).

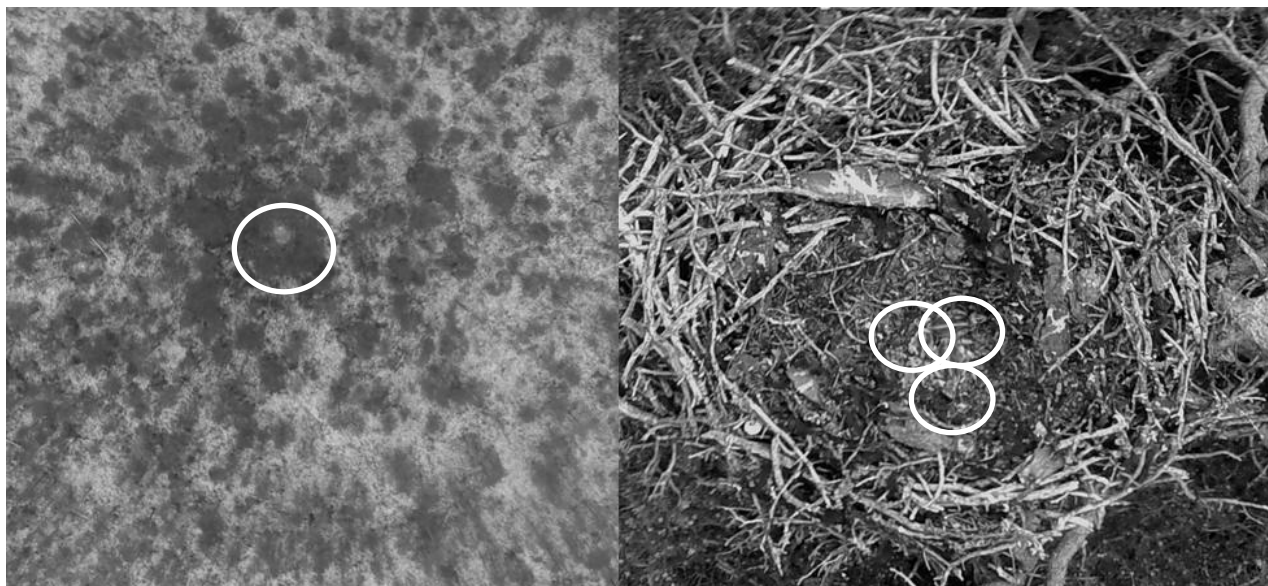


Рис. 3. Гнездо скопы: с большой высоты (левый), с малой, где видны 3 птенца (правый)

На территории Соловецкого государственного музея-заповедника проводились работы по изучению колониальных и водоплавающих птиц. В последние годы в связи с увеличившимся потоком туристов наблюдается тенденция к перемещению колоний и гнезд (в зависимости от вида) на малые, непосещаемые острова (рис. 4а, б). Естественно, что подплывающий, а тем более, высаживающийся

наблюдатель сильно беспокоит птиц, особенно, если это произойдет в период гнездования. При проведении этой части исследования было отмечено, что средние и мелкие птицы меньше подвержены фактору «беспокойства» при подлете беспилотного аппарата, только при приближении на 2-3 м они начинают показывать свою реакцию.

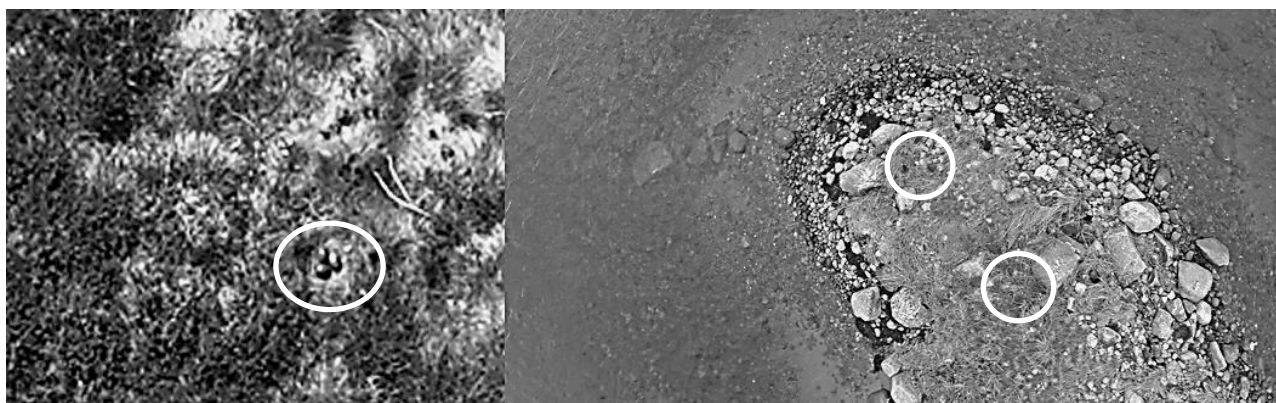


Рис. 4. Кладка яиц в кедровом стланике (левый), гаги на малом острове (правый)

Применение мультиспектральной камеры и тепловизора расширяет возможности метода. Так, работа по поиску диких животных может уменьшиться в разы при использовании тепловой камеры. Исследования в лесных заповедниках с тепловизионной камерой пока находятся только в

планах исследования. Были проведены дневные и ночные исследования на открытой местности. Данные ночного полета аппарата показывают наиболее достоверные результаты (исследуемые птицы ведут дневной образ жизни) об их количестве (рис. 5 правый). Под сухой травой в апреле 2015 г.

при проведении тепловой съемки была обнаружена гадюка (рис. 5 левый). Наиболее интересными видятся тепловые снимки муравейника. Можно надеяться, что специалистам о многом скажет форма распределения температурных ареалов (рис. 6 левый). На тепловизоре Flir, используемом в

работе, установлено 2 камеры, которые одновременно снимают в видимом и тепловом диапазоне (рис. 6 правый). На снимке видна разница в 10° температуры центра муравейника ($15,2^{\circ}$) и внешней температурой ($5,2^{\circ}$).

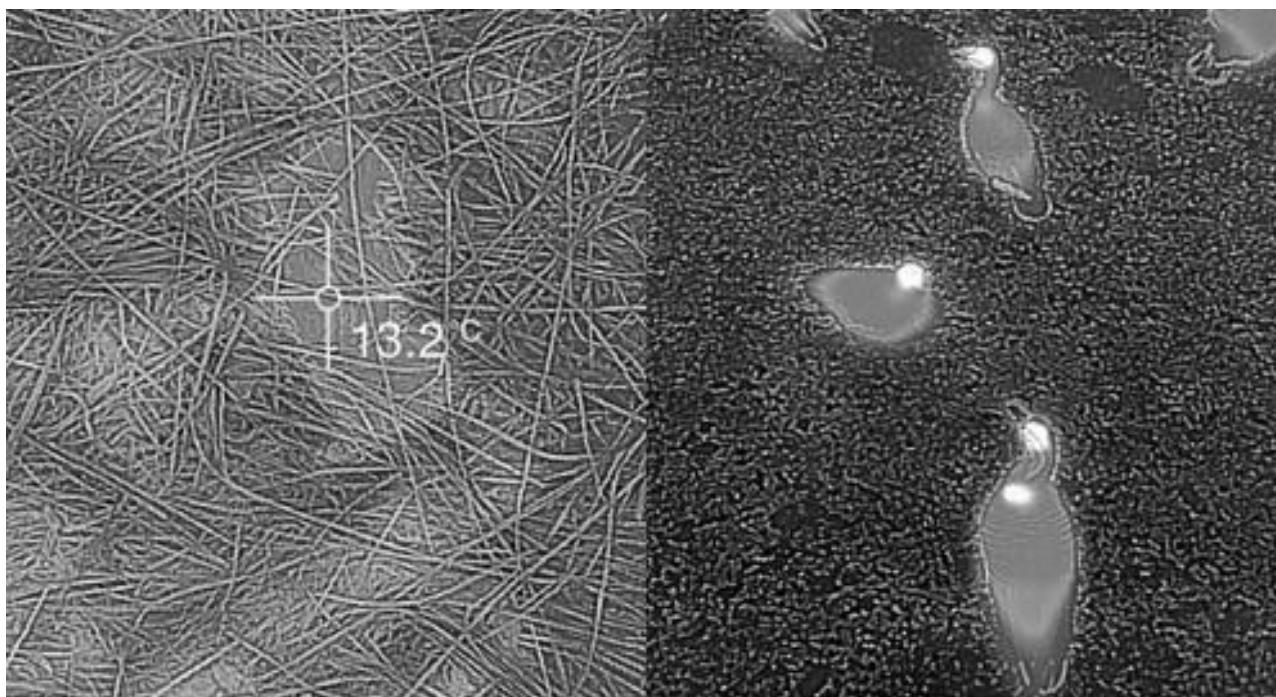


Рис. 5. Тепловая съемка: гадюка под сухой травой (левый), белолобые гуси (правый)

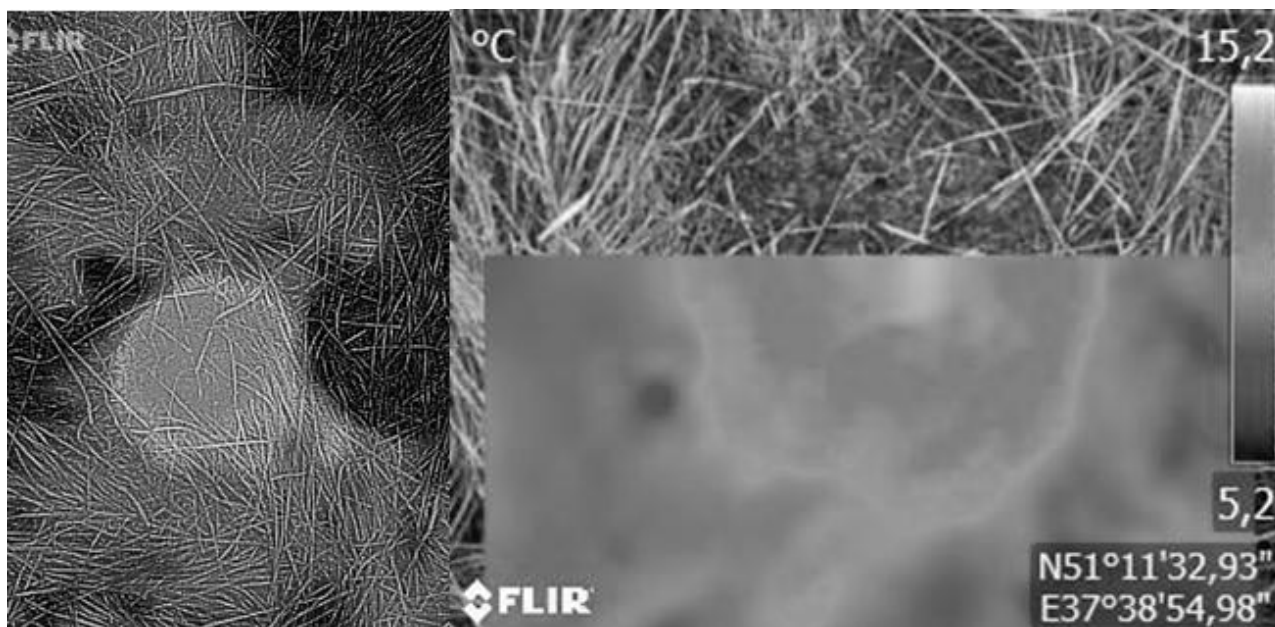


Рис. 6. Муравейник: на тепловом снимке (левый), на паре одновременных снимков в тепловом и в видимом диапазоне (правый)

Выводы и рекомендации: проведенные исследования показали:

– животные, в отличие от птиц и пресмыкающихся, испытывают беспокойство при звуке моторчика летательного аппарата, поэтому при их

изучении скорее могут быть использованы косвенные методы;

– авиаучеты животных с помощью БПЛА целесообразно проводить на открытой местности и с большой высоты (от 400 м), следовательно, речь может идти только о крупных млекопитающих;

– фиксация следов жизнедеятельности с воздуха иногда бывает заметнее (кротовины в траве), чем при наземном обследовании, но можно говорить и об обратных примерах (нахождение погадок, останков и пр.);

– наибольшие возможности получения данных с БПЛА в зоогеографических исследованиях видятся в орнитологии: подсчет количества особей, места гнездования, количество яиц в гнездах, места поселения колоний птиц, мониторинг суточного поведения;

– новые возможности открывает тепловизионная съемка, позволяя проводить ночную съемку, что особенно актуально для подсчета колониальных птиц;

– дневная тепловизионная съемка в зоогеографических исследованиях представляет интерес для малоподвижных и неподвижных представителей животного мира;

– данные с БПЛА могут быть использованы также и при изучении насекомых, пока речь идет только о колониальных: например, изучение строения муравейника, термитника.

Появление на российском рынке собственных производителей БПЛА и дополнительных модулей к ним позволяет надеяться на то, что способ получения данных зондирования Земли с помощью БПЛА в скором времени придет в ООПТ России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Алексеевко, Н.А. Методические вопросы картографического обеспечения деятельности особо охраняемых природных территорий России // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2014, № 1. С. 52-57.
2. Алексеевко, Н.А. Опыт использования беспилотных летательных аппаратов в биогеографических исследованиях на территории заповедника «Белогорье» / Н.А. Алексеевко, А.А. Медведев, И.А. Карпенко // ИнтерКарто/ИнтерГИС-20: Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение. Мат-лы междунар. конф., Белгород, Харьков (Украина), Кигали (Руанда) и Найроби (Кения), 23 июля-8 августа 2014 г. – Белгород: «Константа», 2014. С. 69-80.
3. Зинченко, О.Н. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования (часть 1). 2013. (<http://www.racurs.ru>).
4. Петров, М.В. Практический опыт использования БПЛА SWINGLET CAM // Геопрофи. 2013. №2. С. 62-64 (<http://www.gpscom.ru/files/publication/60-62.pdf>).
5. Сечин, А.Ю. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования (часть 2) / А.Ю. Сечин, М.А. Дракин, А.С. Киселева. 2013. (<http://www.racurs.ru>).
6. Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B1. Beijing 2008, p.78-84.
7. <http://ekozem.com/>
8. <http://ftp.sovzond.ru/>
9. <http://unmanned.ru/>

FAUNA MONITORING AT ESPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES WITH THE HELP OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

© 2015 А.А. Medvedev¹, N.A. Alekseenko², I.O. Karpenko¹

Institute of Geography RAS, Moscow
Moscow State University named after M.V. Lomonosov

In the article the authors reflect their experience of applying unmanned aerial vehicles for doing zoogeographical researches at especially protected natural territories in Russia. Actuality of work is seen in novelty of method and using the technologies, which can to some extent to optimize the laborious and subjective process of gathering the data about fauna.

Key words: *unmanned aerial vehicle, especially protected natural territories, zoogeographical researches*

Andrey Medvedev, Candidate of Geography,
Chief of the Cartography Laboratory. E-mail:
a.a.medvedeff@gmail.com

Natalia Alekseenko, Candidate of Geography,
Associate Professor. E-mail: valtuz@mail.ru

Ivan Karpenko, Engineer at the Laboratory of
Geosystems Experimental Researches. E-mail:
karpenkoivan92@gmail.com