Организация и проведение авиаучета охотничьих животных с использованием беспилотных авиационных систем самолетного и вертолетного типов

The organization and carrying out aerial survey of game animals with the use of unmanned aerial vehicles of plane and helicopter types

Греков / Grekov O.
Олег Альбертович
(airops@yandex.ru)
кандидат военных наук, доцент.
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет», доцент кафедры биоэкологи.
г. Балашиха Московской обл.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты – unmanned aerial vehicles, авиаучет – aerial survey, охотничьи животные – game animals.

Для получения данных о видовом и численном составе охотничьих животных широко применяются беспилотные летательные аппараты (БЛА). В статье рассматриваются вопросы, связанные с организацией и проведением авиаучета охотничьих животных с использованием БЛА. Описываются характеристики БЛА и оборудования для аэросъемки. Раскрывается порядок работы по этапам проведения авиаучета и проблемы, возникающие при дешифрировании снимков. Приведен математический аппарат для получения итоговых данных.

To obtain data on the species and numerical composition of game animals are widely used unmanned aerial vehicles (UAV). The article discusses issues related to the organization and conduct of aircraft survey of animals. Describes the characteristics of UAV and equipment for aerial photography. Reveals the order of work on the stages of the aerial survey and problems encountered in the interpretation of images. There is mathematical apparatus to produce aggregate data.

В последнее десятилетие для самых разных целей мониторинга наземных объектов применяются беспилотные летательные аппараты (БЛА).

При этом, исходя из решаемых задач, БЛА могут быть самолетного или вертолетного типов (Рис.1).

Для мониторинга достаточно значительных территорий (до 100 тыс. га) применяются БЛА самолетного типа, которые обладают возможностью выполнять полет в автоматическом режиме по программе, хорошей дальностью полета – до 250 км и временем полета до 3,5 час. Полезная нагрузка составляет до 3 кг, что позволяет устанавливать на борт цифровое оборудование для аэросъемки.

Для детального исследования небольших площадей (до 1 тыс. га) применяются БЛА вертолетного типа. Технические характеристики БЛА вертолетного типа скромнее, чем у БЛА самолетного типа. В воздухе они держатся 25–50 мин, скорость и грузоподъемность ниже. Преимуществом БЛА вертолетного типа является высокая маневренность, способность зависать над объектом исследования и рассматривать его с разных сторон с очень близкого расстояния.

В последнее десятилетие особое распространение получили мультикоптеры, построенные по вертолётной схеме с тремя и более несущими винтами. Наиболее распространенной схемой мультикоптера для решения мониторинга охотничьих животных является квадрокоптер с четырьмя несущими винтами.

В комплект наземного оборудования для управления БЛА входит пульт управления с радиостанцией для передачи команд на борт и приема информации о состоянии оборудования, параметров полета и видеоизображение подстилающей поверхности.

Поступающая информация отображается на штатном мониторе. Кроме этого, в качестве устройств отображения могут быть использованы ноутбуки, планшеты или смартфоны, поддерживающие соответствующие программные приложения (Android, IOS).

В качестве навесного оборудования на БЛА самолетного и вертолетного типов для получения информации о диких животных и среды их обитания применяются цифровые видеокамеры, фотоаппараты и ИК-камеры, которые устанавливаются внутри корпуса. Видеоизображение с борта БЛА передается на наземное устройства отображения в реальном масштабе времени, а фото и ИК-снимки дешифрируются после полета.

Анализ характеристик современных БЛА [1, 2] показывает, что перед другими средствами авиаучета они обладают рядом преимущества:

4 2017.indd 111 12.12.2017 11:25:44

Рис. 1. БЛА «Supercam» самолетного типа (слева) и БЛА вертолетного типа (справа – квадрокоптер DJI Phantom)

Рис. 2. Порядок работы рабочей группы на первом этапе работы

4 2017.indd 112 12.12.2017 11:25:45

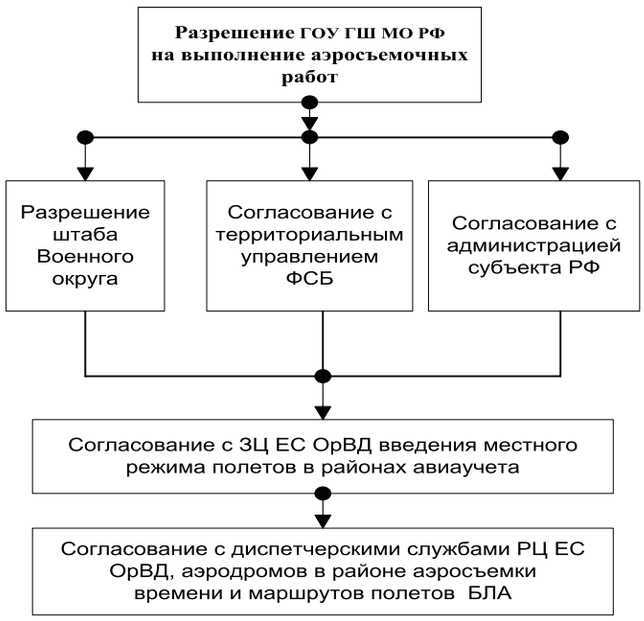

Рис. 3. Порядок работы рабочей группы при получении разрешений

– стоимость БЛА и его эксплуатации ниже, чем других средств;

– грузоподъемность БЛА позволяет размещать специальное оборудование (фото, видео, ИК-систему) для учета охотничьих животных;

– дальность полета позволяет планировать и осуществлять мониторинг на значительном удалении БЛА от точки старта,

– БЛА характеризуются минимальными показателями вибрации и шумности, что практически не беспокоит животных при мониторинге,

– возможность эксплуатации БЛА с неподготовленных площадок или со специальных автомобильных пусковых установок и высокая автономность такой системы обеспечивает его применение в труднодоступных районах.

Опыт организации авиаучетов охотничьих животных с помощью БЛА [3] говорит, что процесс подготовки и выполнения полетов должен включать следующие этапы работы:

1 этап – заблаговременная подготовка к выполнению аэросъемки;

2 этап – проведение аэросъемки;

3 этап – обработка и дешифрирование результатов аэросъемки.

Первый этап начинается с уяснения задачи организационным ядром (руководителями выполнения авиаучета), планированием работы и определение рабочей группы, в состав которой включаются руководитель полетов, оператор наземного комплекса управления, диспетчер и специалисты по дешифрированию результатов съемки.

После постановки задачи рабочая группа изучает район выполнения задачи, способы, сроки и время проведения авиаучета, детализирует условия безопасного выполнения полетов (рис. 2).

Одновременно направляются запросы в разные инстанции для получения соответствующих разрешений (рис. 3).

После этого рабочая группа выполняет расчеты режимов полета БЛА и рациональных параметров съемки на электронной карте заданного района учета, что позволяет осуществить детальное планирование хода выполнения аэросъемочных работ.

Далее рабочая группа приступает к проведению аэросъемки (2 этап) и выезжает в район проведения авиаучета (рис. 4).

Перед началом полетов рабочая группа решает вопросы обеспечения, связанные с размещением, подготовкой наземной техники и оборудования к полетам, наземной рекогносцировкой и уточнением точек старта.

Непосредственно перед полетами оцениваются метеоусловия и принимается решение на выполнение полетов. После этого БЛА переводится из походного положения в рабочее, развертывается приемо-передающее оборудование, как правило на крыше автомобиля повышенной проходимости, и проверяется канал связи.

Информация отражается на мониторе (рис. 5). При этом в правой части монитора на фоне электронной карты местности обозначаются поворотные точки маршрута, а в правой части вверху отображается информация от видеокамеры, а под ней – полетная информация (курс, скорость, высота, обороты двигателя и др.)

После завершения всех подготовительных мероприятий БЛА выполняет старт БЛА и выполняет полет на аэросъемку.

Видеоинформация поступает с борта БЛА в реальном масштабе времени, а данные фото- и ИК-съемки посту-

4 2017.indd 113 12.12.2017 11:25:45

Рис. 4. Порядок работы рабочей группы на втором этапе

Рис. 5. Информация, отображаемая на мониторе при подготовке к полету

4 2017.indd 114 12.12.2017 11:25:46

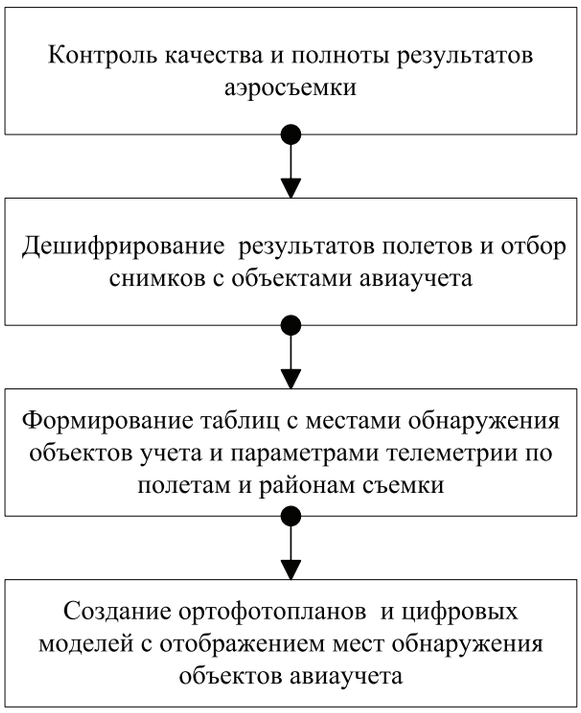

Рис. 6. Порядок работы рабочей группы на третьем этапе

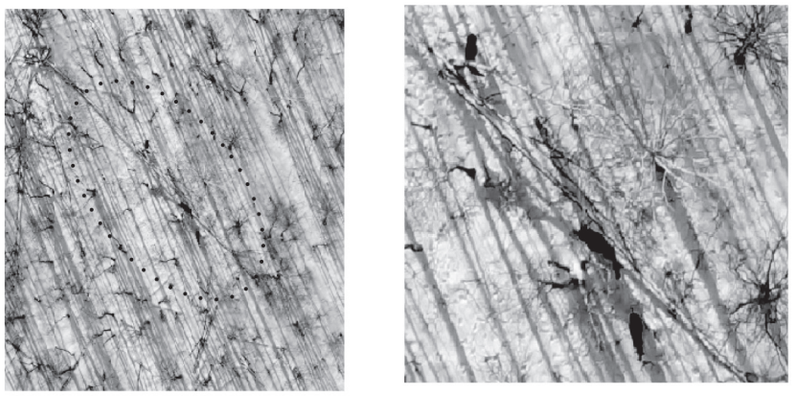

Рис. 7. Фотографии обнаруженных с воздуха лосей (слева) и при увеличении с последующей идентификацией (справа)

4 2017.indd 115 12.12.2017 11:25:46

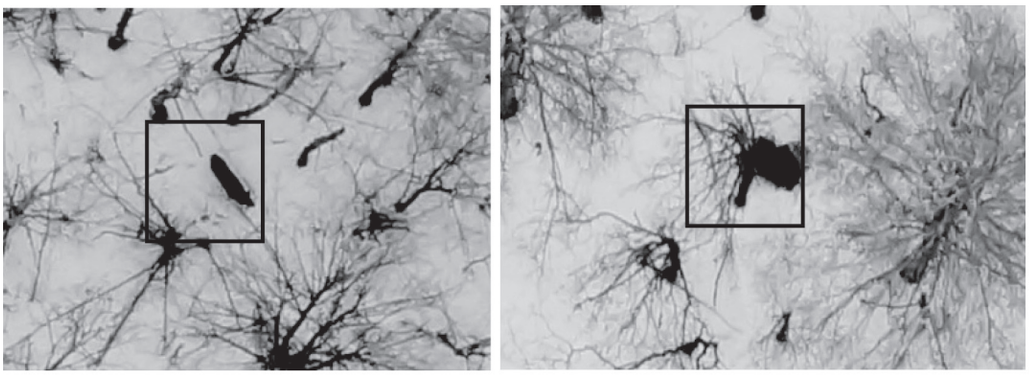

Рис. 8. Трудно распознаваемые объекты аэрофотосъемки

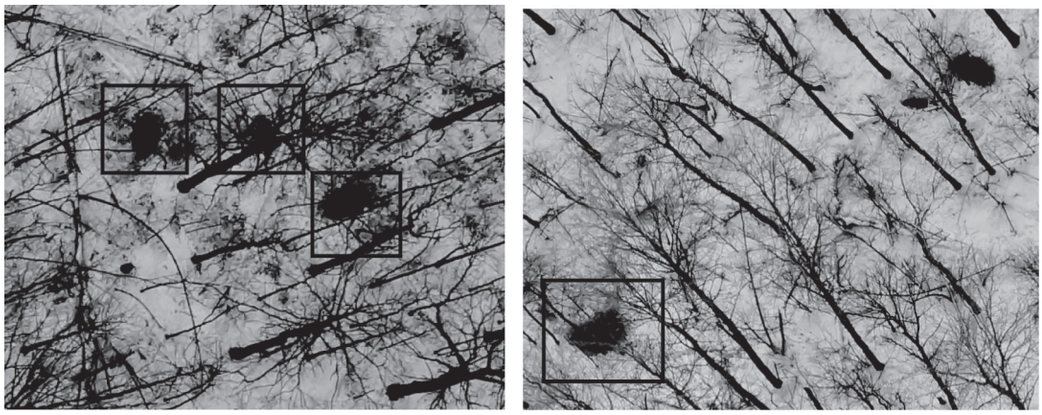

Рис. 9. Стволы и кроны деревьев, мешающие распознаванию животных

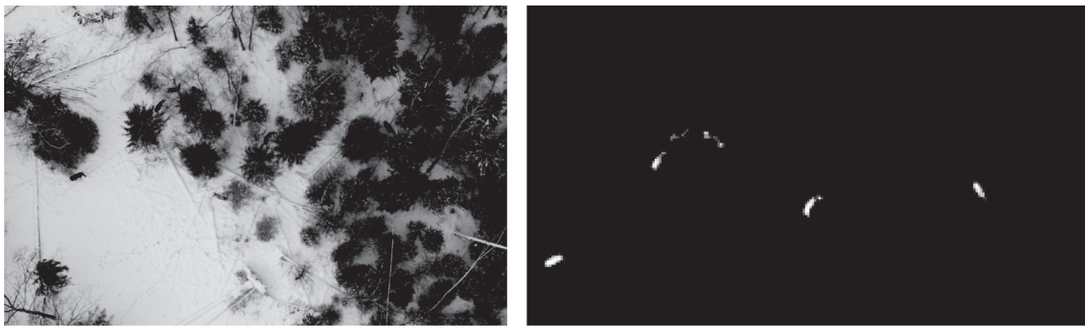

Рис. 10. Фото и ИК снимки шести лосей в лесном массиве, сделанные одновременно

4 2017.indd 116 12.12.2017 11:25:47

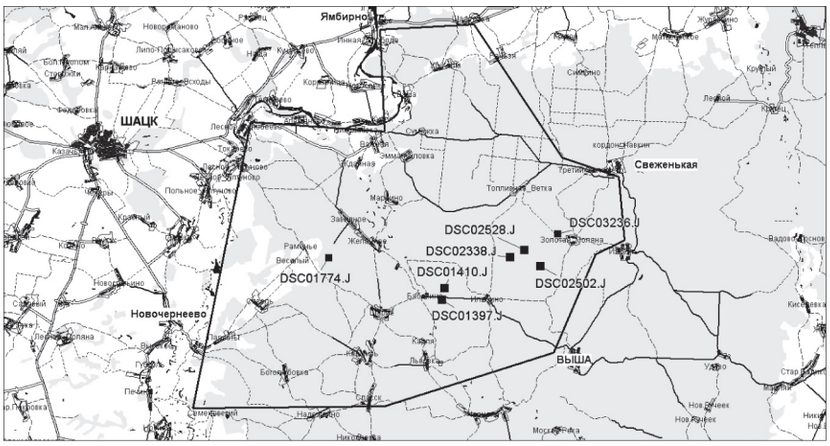

Рис. 11. Места обнаружения охотничьих животных на цифровой карте

пают для контрольного просмотра после выполнения полетов. Полетная информация позволяет отображать реальную траекторию полета БЛА на электронной карте.

После получения результатов аэросъемки рабочая группа приступает к дешифрированию снимков и оформлению результатов авиаучета (рис. 6).

При изучении результатов аэрофотосъемки рабочая группа определяет на снимках наличие объектов учета, а потом, за счет увеличения изображения, идентифицирует их вид (рис. 7).

Степень надежности идентификации объектов учета очень важна, поскольку допущенные ошибки могут накапливаться и искажать итоговые результаты.

Опыт проведения авиаучетов с использованием БЛА показал [4], что в процессе дешифрирования фотоснимков возникает ряд проблем, связанных с надежностью идентификации объектов учета.

Во многом это зависит от профессиональной подготовки специалистов, участвующих в дешифрировании снимков и их физического состояния (усталость, потеря внимания и т.п.). К тому же на некоторых снимках возникают сложности при определении вида животного. Не всегда можно с уверенностью отличить неодушевленный объект от животного (рис. 8).

На снижение надежности распознавания фотоснимков существенное влияние оказывает растительность. Стволы и кроны деревьев даже без листьев размывают контуры животного, а хвоя может затенять весь корпус животного или его часть (рис. 9).

На качество снимков влияет и освещенность. Тени, отбрасываемыми животными, в одних случаях способствуют их распознаванию, а в других – затрудняют определение их вида. Поэтому съемку желательно осуществлять при легкой дымке или неплотной средней облачности.

Для оценки вероятности распознавания специалистами изображений на снимках может быть применима методика, основанная на многоканальной модели зрительной системы человека-оператора [5]. Согласно этой методике в зрительной системе оператора происходит оптимальный прием и последующий анализ характерных черт (финитных пространственно-частотных гармонических составляющих) образа объекта, на основе которого в соответствии с критерием максимума апостериорной вероятности (критерием идеального наблюдателя) принимается решение об обнаружении и распознавании образов искомых объектов. Вероятность правильного обнаружения объекта описывается выражением [1]

$$P_{\text{обн}} = 1 - \prod_{mn} (1 - P_{\text{обн}_{mn}}), \qquad (1)$$

где $P_{\text{обн}_{mn}}$ – вероятность правильного обнаружения mn-й гармоники, которая в свою очередь определяется формулой

$$P_{\text{обн}_{mn}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\varsigma_{mn}}^{\infty} \exp\left(-\frac{(\varsigma_{mn} - \mu_{mn})^2}{2} \right) d\varsigma, \qquad (2)$$

где ζ_{mn} – порог принятия решения об обнаружении mn-й гармоники, выраженный в нормированных на среднеквадратическое отклонение (СКО) шума значениях реализаций сигнала на выходе mn-го фильтра и равный

$$\varsigma_{mn} = \frac{\ln \Lambda_n}{\mu_{mn}} + \frac{\mu_{mn}}{2}, \qquad (3)$$

где μ_{mn} – воспринимаемое отношение сигнала к шуму (ОСШ) на mn-й гармонике; Λ_n — пороговое отношение правдоподобия.

Автоматизированное распознавание объектов может быть реализовано на основе математического аппарата методики распознавания образов.

Исследования [2, 4, 8] показывают, что существенному повышению надежности аэрофотосъемки способствует одновременное применение оптических и тепловизионных систем (ИК-съемка) и организация синхронной съемки.

Этот способ позволяет с высокой надежностью распознавать объекты ландшафта (лесные массивы, водные объекты, открытые участки) и выделять на их фоне животных или их следы (для зимнего периода времени) (рис. 10).

4 2017.indd 117 12.12.2017 11:25:47

На основе анализа полученных результатов строятся цифровые модели местности с местами обнаружения охотничьих животных (рис.11).

При наличии соответствующего программного обеспечения (ПО) возможно построение геопростаранственных 3-D моделей, позволяющих изучать биолого-экологические особенности диких животных на фоне среды их обитания (стации, пути миграции и т.п.).

Для расчета численности охотничьих животных по результатам авиаучета можно использовать «Математические основы учета животных» [7]. В последнее время все больше используются «Методические рекомендации по авиаучёту лося и других лесных копытных животных на больших территориях» [6].

В соответствии с этими рекомендациями экстраполированная численность животных учитываемого вида на всей учетной территории рассчитывается как сумма оценок численности животных в отдельных районах авиаучета по формуле:

$$N_0 = \sum_{r=1}^{t} N_r, \qquad (4)$$

где N_r – оценка численности животных в r-м районе, t – общее число районов на всей территории учета.

Средняя плотность охотничьих животных на всей учетной территории рассчитывается по формуле

$$D_o = N_o / S_o, \qquad (5)$$

где S_o – площадь всей учетной территории.

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующие выводы.

Использование для авиаучета БЛА, скорость полета которых составляет 50–80 км/ч, позволяет более детально и качественно исследовать района учета, чем при использовании других летательных аппаратов. При этом уровень шума от работы двигателя БЛА несоизмерим по своей величине с уровнем шума вертолета или самолета и не пугает животных.

Полеты БЛА выполняются с площадок, расположенных в непосредственной близости от обследуемого района, что значительно экономит ресурсы по сравнению с другими авиационными платформами и не требует сложных видов обеспечения (заправка ГСМ, аэронавигационное обеспечение, подготовка взлетно-посадочных площадок и др.).

Технические характеристики аэросъемочного оборудования БЛА, объединенного в бортовой комплекс мониторинга, обеспечивают точное определение мест обнаружения объектов учета, объективность и достоверность численности животных в районах полетов, а передача телевизионной (тепловизионной) информации с БЛА может быть обеспечена в реальном масштабе времени.

Одновременное использование технических средств обнаружения в видимом и ИК-диапазонах позволяет повысить достоверность данных учета и получать объективные данные о видовом, численном, возрастном и половом составе популяций.

Получение информации от разных источников в цифровом виде обеспечивает ее своевременную обработку и отображение на электронных картах результатов аэросъемки с точной привязкой по месту и времени.

При разработке соответствующего ПО возможно построение геопространственных 3D-моделей района учета, что позволяет осуществлять детальное изучение поведения охотничьих животных в течение определенного времени.

Следующим направлением получения оперативных данных авиаучета охотничьих животных выступает реализация алгоритмов методики распознавания их образов.

Общие затраты на проведение авиаучета с использованием БЛА в настоящее время являются самыми низкими по сравнению с использованием других летательных аппаратов.

Литература

1. Бенуни, А. А. Модель зрительной системы человека-оператора / А.А. Бенуни, В.Я. Колючкин // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. – 2002. – № 4. – С. 43–52.

2. Греков, О. А. Применение современных технических средств и новых информационных технологий в системе авиационного учета численности охотничьих животных / О.А. Греков // XXIX Международный конгресс биологов-охотоведов. Сборник материалов, часть 1. Москва, 17–19 августа 2009 г. – С. 313–315.

3. Греков, О. А. Порядок организации авиаучета охотничьих животных с использованием беспилотных летательных аппаратов / О.А. Греков // Материалы II Международной научно-практической конференции. «Состояние среды обитания и фауна охотничьих животных России и сопредельных территорий». Балашиха, 10–11 марта 2016 г. – С. 106–112.

4. Обнаружение диких животных фото- и тепловизионными средствами на беспилотных летательных аппаратах. Биологические ресурсы: состояние, использование и охрана / Е.К. Еськов [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию подготовки охотоведов в Вятской ГСХА. Сборник научных трудов. – Киров, 2015. – С. 64-66.

5. Гулина, Ю. С. Методика расчета вероятности распознавания изображений человеком-оператором / Ю.С. Гулина, В.Я. Колючкин // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. “Приборостроение”. – 2012. – № 1. – С. 100–107.

6. Методические рекомендации по авиаучёту лося и других лесных копытных животных на больших территориях» / ФГУ «Центрохотконтроль». – М., 2009. – 26 с.

7. Челинцев, Н. Г. Математические основы учета животных / Н.Г. Челинцев. – М.: Центохотконтроль, 2000. – 431 с.

8. Черенков, А. Ю. Отчет о научно-исследовательской работе «Авиаучёт численности лося на территории Рязанской области» / А.Ю. Черенков. – Балашиха: РГАЗУ, 2014. – 48 с.

4 2017.indd 118 12.12.2017 11:25:47