Учет численности охотничьих животных с применением современных авиационных платформ, новых технических средств и информационных технологий

Accounting for the Number of Hunted Animals from Modern Aircraft Platforms, Using New Technical Means and Information Technologies

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: авиаучет – airborne accounting; беспилотные летательные аппараты – unmanned aerial vehicles; дирижабли – dirigibles; фотосъемка – imagery; тепловизионная съемка – thermal imagery.

В статье анализируются возможности беспилотных авиационных и воздухоплавательных средств и установленных на них бортовых комплексов мониторинга по авиаучету охотничьих животных и элементов среды их обитания. Обработанные данные отображаются на фоне электронной карты местности.
Анализируются результаты учета численности лосей с применением беспилотных летательных аппаратов по итогам исследовательских полетов на территории Рязанской области в 2013 г.

The paper analyzes the capabilities of unmanned aerial vehicles and aeronautic means and monitoring instrumentation on their board for monitoring and airborne accounting of hunted animals and elements of their habitat. The processed data are presented against the background electronic locality map.
Results are analyzed from unmanned aerial vehicles accounting of game animals by the results of research flights taken in the Ryazan region in 2013.

Основой контроля за сохранением численного и видового разнообразия охотничьих животных является мониторинг состояния их популяций и среды обитания.

Одним из самых эффективных направлений получения биолого-экологических параметров охотничьих животных выступает авиационный мониторинг с использованием разных пилотируемых и беспилотных воздушных (самолетов, вертолетов, дирижаблей) и космических платформ.

В настоящее время наряду с традиционными летательными аппаратами, используемыми для учета охотничьих животных, все большую роль играют воздухоплавательные средства (рис. 1) и легкие беспилотные летательные аппараты (БЛА) (рис. 2).

Это определяется тем, что последние обладают рядом преимуществ [1–3], одним из которых является

· Стоимостные характеристики самих дирижаблей и БЛА, а также затраты на их эксплуатацию и обслуживание значительно ниже, а экономические показатели проведения авиаучета с их использованием являются более низкими по сравнению с другими летательными аппаратами (рис. 3).

· Грузоподъемность патрульных дирижаблей в 1350–1400 кг позволяет размещать экипаж 2–6 человек, брать на борт до 400 кг специального оборудования, около 500 кг авиационного топлива для полета продолжительностью до 16–20 часов.

· Грузоподъемность применяемым БЛА недостаточна, но позволяет оснащать их необходимыми средствами обнаружения объектов мониторинга (фото, ИК, видеокамеры).

· Максимальная дальность полета дирижаблей более 1000 км позволяет выполнять мониторинг на значительном удалении летательного аппарата от базы, а время полета БЛА достигает 3,5–5 часов, что позволяет пролетать до 400 км.

· Дирижабли могут длительное время эксплуатироваться в таких диапазонах скоростей и высот полета, которые недоступны другим судам. Скорость полета дирижаблей и БПЛА в 50–80 км/ч при мониторинге, а также возможность зависания над объектом мониторинга (для дирижаблей и БЛА вертолетного типа) позволяет более детально и качественно осуществлять съемку района;

Рис. 1. Патрульный дирижабль Аи-30

Рис. 2. БЛА ZALA 421-16E (слева) и «Supercam» (справа)

· Возможность эксплуатации дирижаблей и БЛА в районах с неразвитой авиационной и дорожной инфраструктурой позволяет выполнять полеты с неподготовленных площадок, расположенных в непосредственной близости от района мониторинга, что значительно увеличивает время на выполнение самого авиаучета;

· Технические характеристики применяемых средств обнаружения обеспечивают объективность и достоверность полученных данных; а передача информации с борта может быть обеспечена в on-line режиме (рис. 4).

Для получения количественных показателей об объектах мониторинга на дирижабль и БЛА устанавливается бортовой комплекс мониторинга (БКМ). Это сопряженная система технических средств, реализующих разные физические принципы получения данных об элементах природы (живой и неживой) и новые информационные технологии.

Для получения точных цифровых моделей пространственных характеристик подстилающей поверхности с точной геодезической привязкой используется авиационный лазерный сканер, работающий в непрерывном режиме. Данные, полученные сканером, могут быть использованы для анализа состава лесного массива по породам деревьев, оценки высоты и диаметра стволов.

Для получения качественного термографического изображения объектов учета и окружающей среды, имеющих тепловое излучение или контрастность с высоким уровнем разрешения и точной геодезической привязкой в состав БКМ, вводится тепловизионная (ИК) система.

Для получения видеозаписи и фотоизображения объектов учета и элементов среды их обитания в видимом диапазоне на борту устанавливается обзорная цифровая видеокамера и цифровая фотокамера. Фотокамера пред-

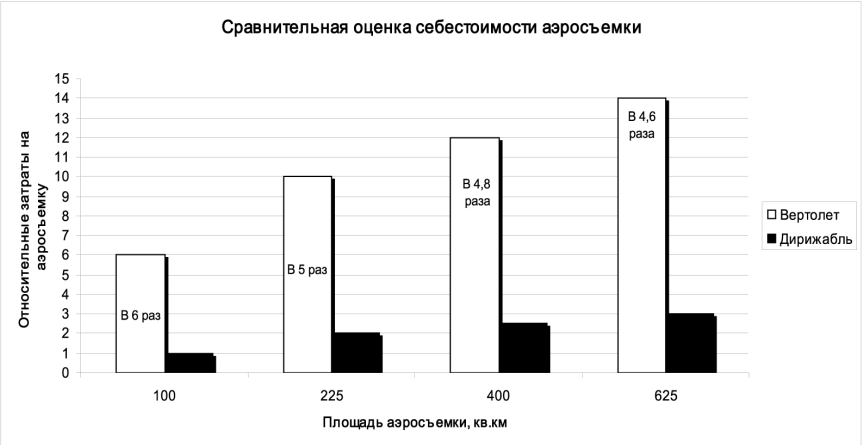

Рис. 3. Сравнительные показатели площадной аэросъемки с вертолета Ми-8 и дирижабля AU-30

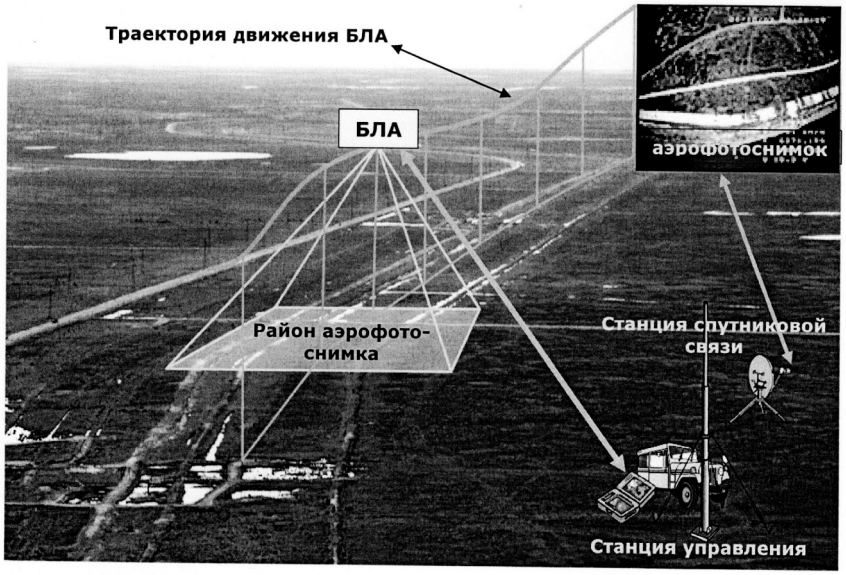

Рис. 4. Схема передачи информации с борта БПЛА в on-line режиме

назначена для выполнения кадровой топографической аэросъемки и получения после обработки детальных фото и топопланов с точной геодезической привязкой.

Применение на борту РЛС мм-диапазона радиоволн для получения точного радиолокационного изображения местности и объектов на ней в настоящее время достаточно проблематично из-за значительного веса, высокого энергопотребления и жесткого электромагнитного воздействия на живые организмы.

Данные от источников информации БКМ в цифровом виде поступают в центральную бортовую вычислительную систему, где обрабатываются и записываются в базу данных. Это позволяет осуществлять плановую и перспективную съемку объектов учета на высотах полета от 100 до 2500 м, с высоким оптическим разрешением (от 5 до 15 см) по месту и по высоте (до 20 см).

В процессор одновременно поступают данные от приемника спутниковой навигационной системы GPS-ГЛОНАСС. Вся фактическая полетная информация отражается на электронной карте местности, при необходимости на линиях фактических маршрутов можно наносить точки обнаружения охотничьих животных (рис. 5).

Реализация современных возможностей БКМ имеет ряд преимуществ.

1. Новые информационные технологии мониторинга позволяют строить пространственные цифровые модели ландшафта и исследовать их в целом или по элементам.

2. Использование Интернет-технологий позволяет осуществлять передачу данных в реальном масштабе времени заинтересованным пользователям.

3. Анализ цифровых моделей мониторинга, сделанных через определенное время, и формулирование выводов о системной динамике развития объектов мониторинга и элементов среды их обитания

Таким образом, применение современных технических БКМ с реализацией НИТ является рациональным направлением развития учета диких животных.

Для оценки эффективности применения бортового комплекса мониторинга, установленного на дирижабле Au-30 для обнаружения и учета лосей, были организованы исследовательские полеты [2].

Для выполнения мониторинга был выбран комплекс плановой съёмки, позволяющий получать изображения в двух спектральных каналах электромагнитного излучения: в видимом (фото) и инфракрасном.

Интерес представляет последовательность анализа результатов съемки в ИК-диапазоне, с отображением результатов на мониторе (рис. 6):

1. Загрузка отснятых ИК-файлов и настройку параметров просмотра.

2. Покадровый просмотр ИК-файлов и обнаружение тепловых аномалий визуально на экране и по изменению диапазона температур на правой шкале. Пометка кадров, подлежащих детальному анализу.

3. Предварительный анализ вывяленных тепловых аномалий средствами программного обеспечения:

определение теплового контраста обнаруженных объектов с подстилающей поверхностью;

определение размеров теплоконтрастных объектов по известной высоте полета, углу захвата, позициям экранных координат точек объекта.

4. Опознавание теплоконтрастных объектов на выделенных снимках по фотоизображениям, привязанным к ИК- съемке по месту и времени на фоне электронной карты.

Возможность выделения теплоконтрастных объектов с определенными параметрами на фоне подстилающей поверхности может выступать основой для создания методики автоматизированного подсчета этих объектов.

Изображения, полученные в двух разных спектрах, формируются в виде кадров и сохраняются на диске в виде растровых файлов. Исследования показывают [1, 2], что ширина полос захвата местности съемкой в

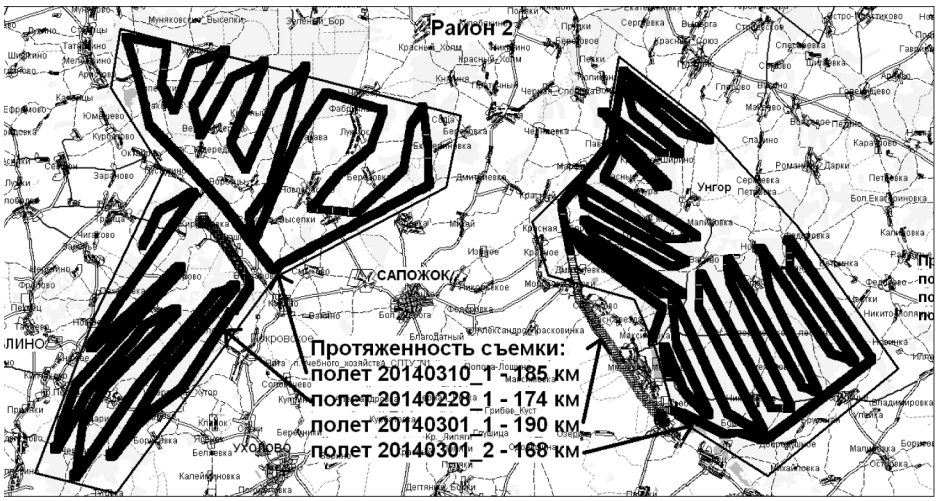

Рис. 5. Фактические маршруты полетов на фоне электронной карты

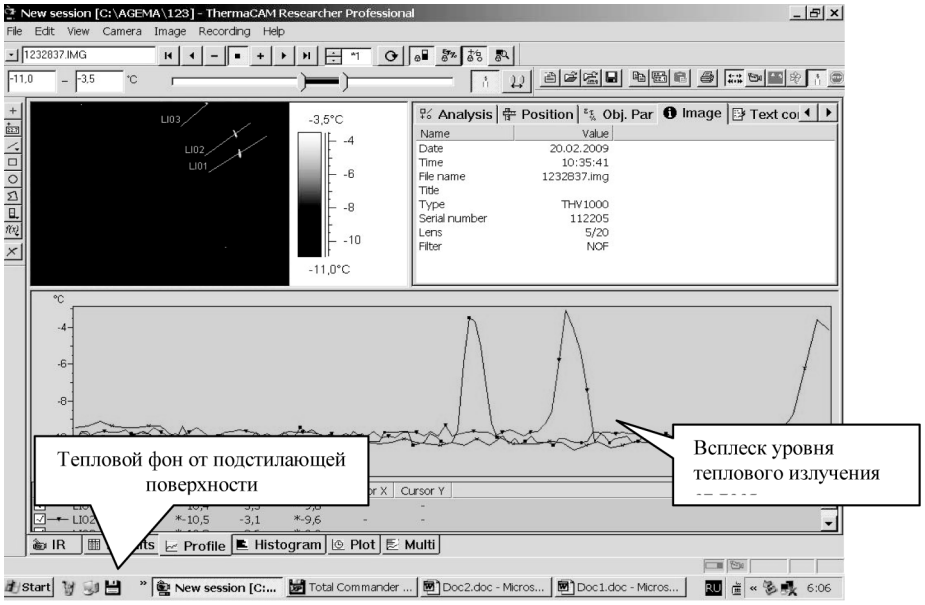

Рис. 6. Результаты ИК-съемки на экране компьютера

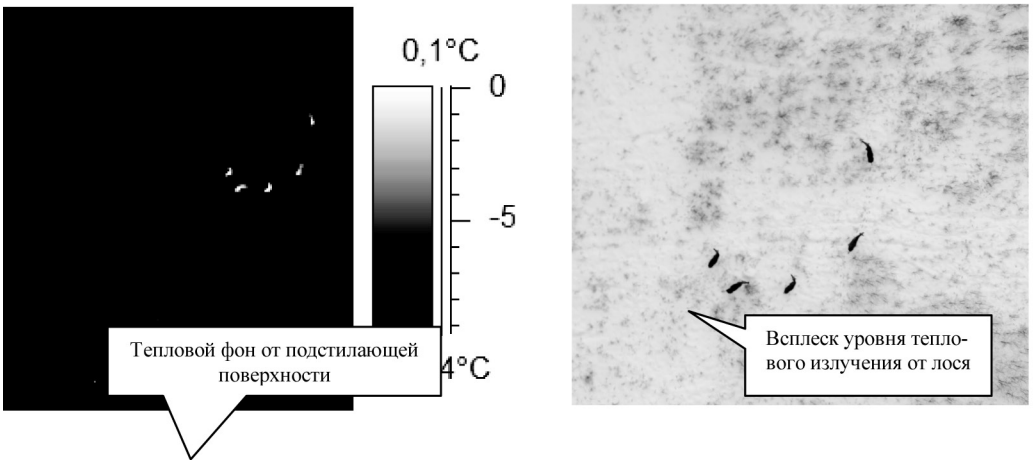

Рис. 7. Одновременный ИК-снимок (слева) и фотоснимок (справа) пяти лосей

видимом и ИК-диапазонах имеет разные пространственные характеристики.

Исходя из этого, одновременную съемку подстилающей поверхности в обоих диапазонах целесообразно вести с перекрытием 60%, что позволило при формировании итогового результата добиться равной полосы захвата [1, 2]. Геодезическая привязка объектов по месту составляет примерно 0,5 м.

В результате изображение любого участка местности сохраняется в файлах изображений дважды (в смежных кадрах). Каждому файлу изображения ставится в соответствие файл координатной привязки снимка, содержащий координаты камеры в момент экспозиции и значения углов, определяющих ориентацию снимка в пространстве (рис. 7).

При этом исключается возможность пропуска объектов мониторинга из-за «человеческого фактора», характерного для глазомерного авиаучета [3].

Так, исследовательские полеты [3] показали, что эффективность обнаружения объектов учета до 25% выше, чем при выполнении глазомерного авиаучета.

Практика показывает, что при «ручной» обработке полученных результатов оператору приходится дешифрировать нескольких тысяч полученных снимков в разных диапазонах, операторы могут допускать ошибки по разным причинам [3]. При дешифрировании аэрофотоснимков особенно важны опыт и уровень профессиональной подготовки оператора, а также его физиологическое состояние (усталость, потеря внимания, острота зрения). К тому же не всегда можно уверенно отличить неодушевленный объект от животного, иногда возникают сложности при определении вида животного.

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. На качество съемки объектов влияет их освещенность. Тени, отбрасываемыми животными, в одних ситуациях способствуют их идентификации, а в других – искажают визуальные образы.

В настоящее время надежных отечественных программных средств для автоматизированной обработки полученной информации пока не разработано.

По результатам аэрофотосъемки с БЛА выполняется восстановление рельефа и построение цифровой 3D-модели рельефа местности, по которой возможно определять форму рельефа по изолиниям с требуемой точностью. Стандартный формат – векторные линии формата ArcGis, которые могут сопрягаться с любой картографической системой.

При расчете численности объектов учета (N) на исследуемой территории по результатам авиаучета может быть приведена следующая методика [4] :

Экстраполированная численность животных рассчитывается по формуле:

$$N = \bar{z}(S-q) + n, \qquad \bar{z} = \frac{1}{K}\sum_i z_i, \qquad z_i = \frac{n_i}{q_i} \tag{1}$$

где z – средняя плотность населения животных на всех маршрутах;

S – площадь территории, на которую экстраполируются данные учета в км^2;

q – суммарная величина учетной площади на всех маршрутах в км^2;

n – число животных, встреченных на всех маршрутах;

n_i – число животных, встреченных на одном маршруте;

q_i – величина учетной площади на одном маршруте в км^2;

z_i – плотность населения животных на одном маршруте;

K – число маршрутов;

Σ_i – сумма величин на всех маршрутах.

Статистическая ошибка экстраполированной численности $m(n)$ рассчитывается по формуле:

$$m(n) = \sqrt{\frac{S(S-q)}{K(K-1)}\sum_i (z_i - \bar{z})^2} \tag{2}$$

Если учет проведен отдельно на нескольких участках (а, б, ...), удаленных один от другого на какое-то расстояние, то оценка численности животных на всей территории (N_0) складывается из оценок численности на этих участках:

$N_0 = N_a + N_b + \ldots$ где,

N_a, N_b – оценки численности на участках *a, b*, ...,рассчитанные по формуле (1).

Статистическая ошибка экстраполированной численности на всей территории /$m(N_0)$/ расчитывается по формуле:

$$m(N_0) = \sqrt{m^2(N_a) + m^2(N_b)} + \ldots \tag{3}$$

где,

$m(N_a)$, $m(N_b)$ – статистические ошибки оценок численности на участках, рассчитанные по формуле (2).

Средняя плотность населения животных на всей территории (z_0) определяется по формуле:

$$z_0 = N_0 / S_0 \tag{4}$$

где S_0 – площадь всей территории учета, складывающаяся из площадей участков.

Для расчета доверительных пределов оценки численности животных вычисляется вспомогательная величина A:

$$A = m(N_0)/N_0 - n_0 \tag{5}$$

где,

n_0 – общее число животных, встреченных на учетных маршрутах во всех участках.

Таблица 1

Экстраполированная оценка численности лося в районах обследования

Район	Площадь района, га	Общая протяженность съемки, м	Общая площадь съемки, га	% съемки площади р-на	Кол-во особей	Плотность во всей полосе учета, особей/тыс.га	Плотность в полосе учета в стациях обитания, особей/тыс.га	Численность особей на территории района обследования
1	60458	372000	8184	14	0	0	0	0
2	154040	717000	15774	10	59	3,7	4,1	464
3	143200	559000	12298	9	21	1,7	2,1	193
4	87555	560000	12320	14	13	1,1	1,1	78
Всего:	**445253**	**2208000**	**48576**	**11**	**93**	**1,9**	**2,2**	**712**

Далее рассчитываются величины:

$$t_1 = 1/\left(0.61 + A\right), \quad t_2 = 3.28 - t_1,$$

которые определяют соответственно нижний ($N_н$) и верхний ($N_в$) доверительные пределы оценки численности (при уровне доверия 95%), вычисляемые по формулам:

$$N_Н = N_0 - t_1 * m\left(N_0\right), \quad N_В = N_0 + t_2 * m\left(N_0\right)$$

Вышеизложенная методика была применена для расчета показателей численности объектов учета (табл. 1) на территории Рязанской области. Авиаучет с использованием БПЛА проводился в соответствии с требованиями государственного контракта от «29» августа 2013 года № 9/2013.

Анализ результатов авиационного мониторинга с использованием перспективных средств и технологий позволяет сделать следующие выводы.

1. Для набора статистического материала следует продолжить исследования по оценке существующих и перспективных методов и способов учета охотничьих ресурсов и элементов среды их обитания.

2. Бортовой комплекс мониторинга, обрабатывающий полученную информацию в цифровом виде одновременно в видимом и ИК-диапазонах, является перспективным средством для получения данных авиационного мониторинга охотничьих животных, позволяющим повысить достоверность получаемых данных о видовом, численном, возрастном и половом составе популяций.

3. Последующим этапам цифровой обработки данных выступает реализация алгоритмов как автоматической обработки получаемой первичной информации об охотничьи ресурсов с учетом особенностей среды обитания, так и методики распознавания образов.

Литература

1. Греков, О. А. Возможности дирижабля Au-30 по определению численности охотничьих животных / О.А. Греков, В.А. Кузнецов // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Состояние среды обитания и фауна охотничьих животных России». Москва, 28–29 февраля 2008 г. – С. 51–58.

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

3. Применение беспилотных летательных аппаратов для обнаружения и учета численности биообъектов / Е.К. Еськов [и др.] // Вестник охотоведения. – 2014. – Т. 11. – № 2. – С. 306–310.

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