



Аэрофотосъемка: история развития и современные методы, применяемые в биологических и экологических исследованиях (обзор)



Каткова-Жукоцкая О.А.^{1*}, Катков-Жукоцкий П.С.²

¹ Севастопольский государственный университет, базовая кафедра «Гидробиология и общая экология», Россия, ² Независимый исследователь *citonica@mail.ru

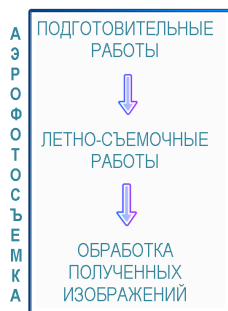
ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях процессы фотодокументирования и визуализации данных играют важную роль в решении различных теоретических и практических задач. Обеспечение оперативного мониторинга является важной составляющей биологических и экологических исследований. Широкое распространение получают методы дистанционного зондирования, одним из которых является аэрофотосъемка (фотографирование территории с определённой высоты при помощи аэрофотоаппарата, установленного на атмосферном летательном аппарате, с целью получения, изучения и представления объективных пространственных данных) с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с цифровой камерой и набором светофильтров для оптимизации съёмки в различных условиях. Использование современных информационных технологий существенно расширяет возможности традиционных подходов при изучении различных объектов. Компьютерные технологии предоставляют широкие возможности для обработки и визуализации результатов научных исследований. В данной работе представлен краткий обзор этапов развития аэрофотосъемки в историческом масштабе, а также некоторых современных методов получения и обработки данных.

ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ АЭРОФОТОСЪЕМКИ

Временной период	Даты, имена, события	Основные методы и средства аэрофотосъемки	Иллюстрации
сер. XIX — нач. XX века	1858 г. — французский фотограф и воздухоплаватель Гаспар Феликс Турнашон (Надар) создал самый первый аэрофотоснимок (вид на французскую деревню Пети-Бечетр) с привязного воздушного шара. 1886 г. — поручиком А.М. Кованько выполнены первые в России фотоснимки с воздушного шара; член Русского технического общества Л.Н. Зверинцев произвел фотографирование Петербурга и острова Котлин. С.С. Неждановский сконструировал устойчивого воздушного змея («змея-планер») для аэрофотосъемки, который мог отделяться от троса; в 1899 г. выполнил съёмку Москвы. 1901 г. — российский учёный Ричард Юльевич Тиле выступил с докладом о выполненной им фототопографической съёмке русел рек с помощью фотоаппарата собственной конструкции — «панорамографа».	Аэрофотосъемка с аэростатов, а также использование ракетных камер (А. Нобель, А. Муаль), воздушных змеев (Арчибалд, А. Батут) и птиц (Ю.Г. Нойброннер) для закрепления аппаратуры.	 Фотоаппараты, закрепленные на воздушном змее (1889 г.) и на голубях (нач. 20 века)
1910 — 1920-е годы	У Райтом сделаны первые аэрофотоснимки с самолета. 1910 г. — в Севастополе открылась офицерская школа летчиков, которые начали выполнять первые опытные съемки с самолетов. Применение аэрофотосъемки для создания топографических карт неисследованных районов. Начало применения аэрофотосъемки для нужд народного хозяйства. 1919 г. — канадская программа картирования лесов с использованием аэрофотосъемки.	Аэрофотосъемка с самолетов. Создан первый автоматический аэрофотоаппарат с пленкой (В. Ф. Потте).	 Аэрофотосъемка с самолетов
1930-е годы	Применение аэрофотосъемки для изучения лесов, в геологии, а также при изучении Арктики. Первый опыт использования аэрофотоснимков для изучения пустынь, рек, болот, рельефа. 1935 г. — пионерные исследования А. Пуадубара по применению аэрофотосъемки в морской археологии.	Аэрофотосъемка с самолетов.	 Самолет для аэрофотосъемки Abrams P-1 «Explorer»
1940 — 1950-е годы	Расширяется круг отраслей науки и практики, в которых применяются аэрофотоснимки, совершенствуется методика их дешифрирования. 1942 г. — Kodak запатентовал первую ИК-чувствительную пленку.	Съемка с использованием спектральной пленки.	 Космический мониторинг
1960 — 1970-е годы	Разрабатываются основы дешифрирования снимков как метода географического исследования. Ландшафтный метод становится основным при географическом изучении территории по аэрофотоснимкам. Наиболее широкое развитие он получил при гидрогеологических исследованиях, почвенном и геоботаническом картографировании. Получение первых фотографических и телевизионных снимков из космоса. Расширение применения космических методов. Формирование принципа многовариантности (множественности) в получении и использовании снимков: съемка с разной высоты, различные носители, масштабы, методы обработки получаемой информации, участки спектра, в которых регистрируется излучение.	Космические методы.	 Космический мониторинг
1980-е годы	Совершенствование способов получения и широкого применения аэрокосмической информации во всех областях изучения и картографирования поверхности Земли. Широкое внедрение в практику персональных компьютеров и геоинформационных технологий, развитие методов компьютерной обработки снимков.	Космические методы. Компьютерная обработка снимков.	 Аэрофотосъемка с использованием БПЛА
конец XX века — н/в	Скачок в развитии способов получения космической информации; существенное улучшение пространственного и спектрального разрешения оптико-электронных съемочных систем. Развитие дистанционно управляемых беспилотных летательных аппаратов.	Космические методы. Беспилотные летательные аппараты.	 Аэрофотосъемка с использованием БПЛА

АЭРОФОТОСЪЕМКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ КАК ДИСТАНЦИОННЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЙ



ЭТАПЫ

- В ⇒ применение БПЛА для научной аэросъемки (плановой и перспективной);
- О ⇒ применение БПЛА как средства дистанционного мониторинга (наряду с аэрофотосъемкой с пилотируемых аппаратов и космической съемкой);
- З ⇒ оперативное получение данных с высоким уровнем детализации;
- М ⇒ экологический мониторинг;
- Ж ⇒ биогеографические (ботанические и зоогеографические) исследования;
- Н ⇒ наблюдение снегового и ледового покрова в гидрологии и гляциологии;
- О ⇒ применение в сфере охраны окружающей среды (в частности, водных ресурсов);
- С ⇒ изучение и оценка состояния экосистем ООПТ;
- И ⇒ возможность установки дополнительного съемочного оборудования (мульти- и гиперспектральные камеры).



Ландшафтная съемка с использованием БПЛА (высота 40 м, светофильтр ND4)

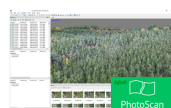


Ландшафтная съемка с использованием БПЛА (высота 120 м)

*Фотоснимки получены авторами
Использовался квадрокоптер «FIMI X8 SE», оснащенный камерой с матрицей SONY, интеллектуальными режимами съемки и системой стабилизации, а также светофильтры для оптимизации съёмки в различных условиях. Съёмка производилась в формате DNG с последующей обработкой изображений.

Компьютерные технологии для обработки изображений, полученных в результате аэрофотосъемки (пример)

ЭТАПЫ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ



Agisoft PhotoScan — универсальный инструмент для генерации трехмерных моделей поверхностей объектов съемки по фотоизображениям этих объектов

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

- ⇒ Аэрофотоснимки;
- ⇒ Данные о центрах фотографирования;
- ⇒ Данные о центрах наземных меток (опознаков), расположенных на поверхности съемки.

ОБРАБОТКА В ПАКЕТЕ PHOTOSCAN

РЕЗУЛЬТАТ

- ⇒ Ортофотоплан;
- ⇒ Цифровая модель местности;
- ⇒ Экспорт облака точек;
- ⇒ Экспорт цифровой модели.

Фотограмметрия — метод получения трехмерных данных из множества изображений, снятых с разных точек.

Список литературы

- Estes J., Hemphill J. Some Important Dates in the Chronological History of Aerial Photography and Remote Sensing. — University of California, Santa Barbara. Department of Geography. Rev., 2005 (by J. Hemphill).
- McCabe E., Padley G. From Above: The Story of Aerial Photography. — Laurence King, 2019. — 256 P.
- Руководство пользователя Agisoft PhotoScan Professional Edition, версия 1.4
- Медведев А.А., Алексеев Н.А., Карпенко И.О. Мониторинг животного мира на особо охраняемых природных территориях с помощью беспилотных летательных аппаратов // Известия Самарского научного центра РАН. — 2015. — Т. 17. — № 6. — С. 304–309.
- Медведев А.А., Алексеев Н.А., Курамагомедов Б.М. Возможности и ограничения использования БПЛА в географических исследованиях // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. — 2016. — №5. — С. 117–122.

ВЫВОДЫ

- ⇒ В настоящее время аэрофотосъемка с использованием БПЛА (как дистанционный метод исследований) находит все более широкое применение в биологических и экологических исследованиях, обеспечивая получение данных с высоким пространственным и временным разрешением, а также оперативной и актуальной информацией.
- ⇒ Компьютерные технологии и специализированные программные пакеты позволяют проводить обработку и анализ изображений, полученных при исследованиях.
- ⇒ Результаты фотодокументирования с использованием БПЛА могут быть использованы в научной, эколого-просветительской и образовательной деятельности.