



Overview of the possible applications of unmanned aerial systems in geophysical surveys

Emiliyan Markov¹, Nikolay Dimitrov², Ivan Parushev³

¹Student, MGU, emiliyan.markov@abv.bg

²Student, MGU, dimitrov.nikolay92@gmail.com

³Student, MGU, parushev92@gmail.com

Keywords: unmanned aerial systems, drones, application, geophysics

Abstract: The rapid advancement of aviation technology led to the development of small sized unmanned aerial systems (UAS) – “drones”. This led to our reevaluation of current geological mapping techniques and aerial imaging. In this article we are investigating the application of such systems in the geophysical practice and compare it to the conventional methods of ground and airborne surveys.

Обзор на възможните приложения на безпилотни летателни системи в геофизиката

Емилиян Марков¹, Николай Димитров², Иван Парушев³

Ключови думи: безпилотни летателни системи, дронове, приложение, геофизика

Абстракт: Бурното развитие на технологиите в авиацията доведоха до създаването на малки по размери безпилотни летателни апарати - „дронове“, което ни кара да преразгледаме настоящите ни представи за геоложко картиране и аеропрочуване. В рамките на тази статия, ще се спрем по-обстойно върху възможностите на безпилотните летателни системи (БЛС) и тяхното приложение в геофизиката. Нашето изследване се опира на сравнението им с други летателни апарати и наземни геофизични методи за проучване.

Въведение

Важно нововъведение в областта на аеро-геофизичните изследвания е използването на безпилотни летателни системи или т.нар. дронове. През последното десетилетие бяха разработени системи и с комерсиално приложение. Те могат да бъдат полезни за изследвания на ниски височини над земята (1м), както и в трудно достъпни райони с висок риск за безопасността на екипа. В допълнение, дроновете са изключително подходящи за измервателни мрежи с висока честота на заснемане (висока разрешителна способност).

Основните предимства на безпилотните летателни системи над конвенционалните аеро проучвания са:

- висока точност и разрешителна способност;
- удобна, бърза и лесна експлоатация;
- икономическа ефективност, тъй като времето и ресурсите нужни за изследването са малки, а за употребата им не е нужен голям екип;
- полета покрива само нужната за проучването площ;
- безвреден за околната среда.

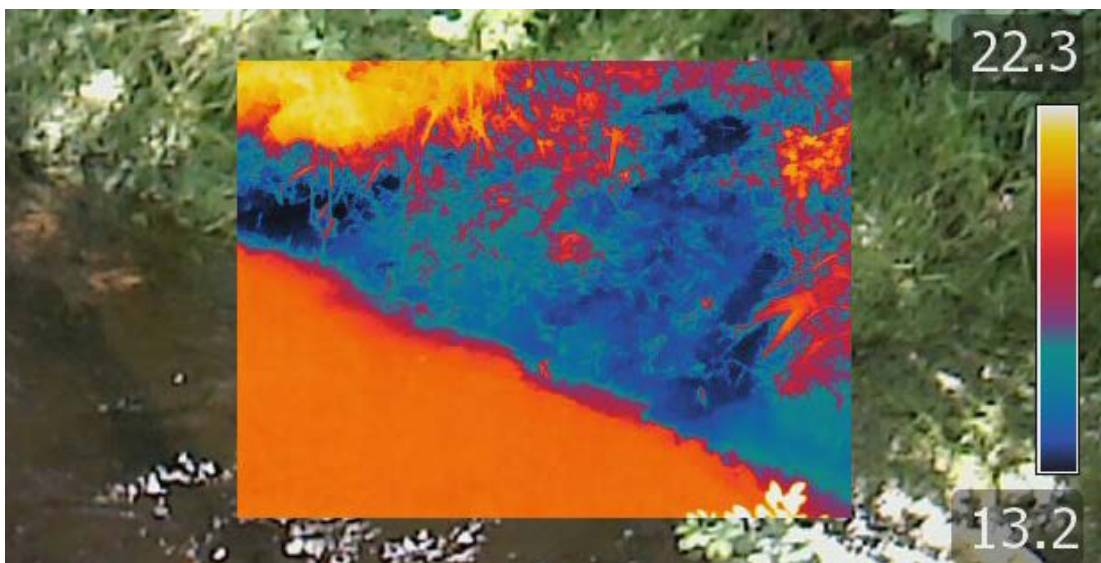
Инфрачервена термография

Инструментите в инфрачервената термография прихващат енергията излъчена от дадена повърхност и измерват температурата ѝ без осъществяване на контакт. Използването на сензори от този тип в дистанционни изследвания предоставят качествена и количествена оценка на повърхностната геотермална активност и намират приложение в изследването на нови термални енергоизточници, изучаването и мониторинг на термални системи.

ИТ може да се използва за картиране на температурните аномалии породени от различни физични явления. Използването на безпилотни летателни системи в този случай увеличава рентабилността на изследванията и позволява провеждане на проучвания върху големи площи и селектиране на аномални зони за по-подробни разследвания.

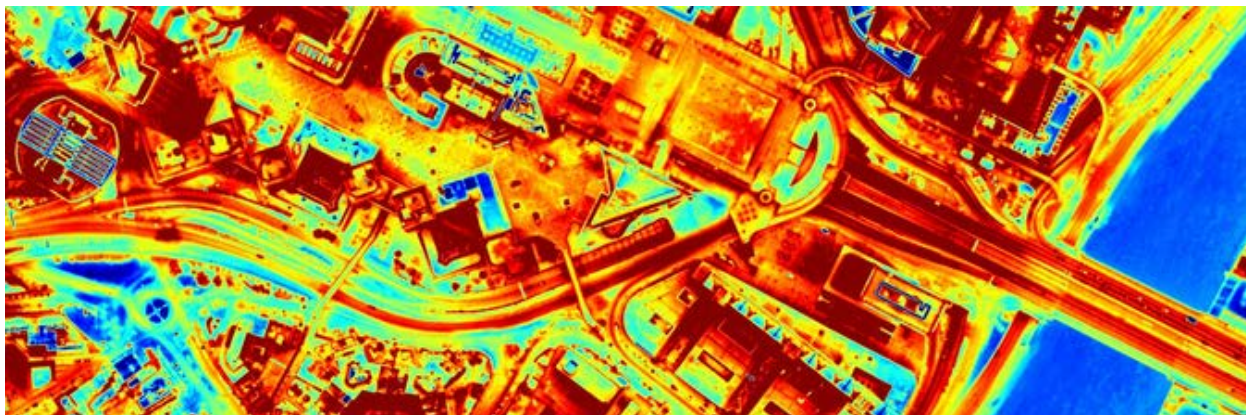
Температурата е един от важните физични параметри характеризиращи водата. Температурните разлики в един поток и обкръжаващите го седименти може да се използват за проследяване на посоката на разпространение, а също и мащаба и механизма на взаимодействие между повърхностните и подпочвените води. Много често при изучаване на зоните на интеракция се използват термални камери за ръчна употреба.

Термалните камери намират широко приложение във вулканологията за мониторинг на термалната радиация. Обикновено те се монтират на станции за постоянно наблюдение, но непрекъснатото развитие на безпилотните летателни системи позволяват да се правят въздушни снимки с висока разрешителна способност.



Фиг.1. Термална снимка на гранична зона между подпочвени води и воден басейн.

БЛС с термална камера намират приложение и в градоустройството. Те позволяват да се картират големи площи с висока резолюция и да се анализира загубата на топлина в града.

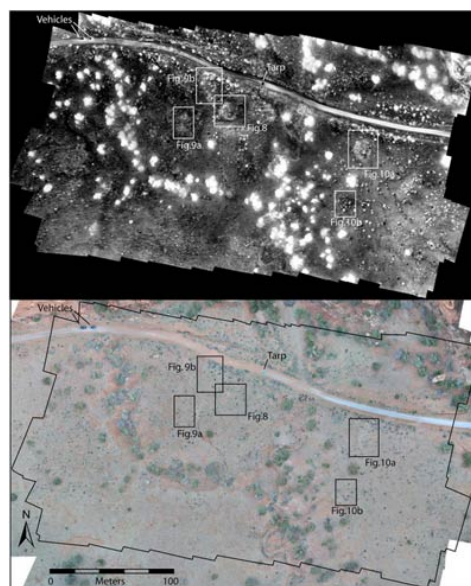


Фиг.2. Термална снимка на топлинното разпределение в градски условия.

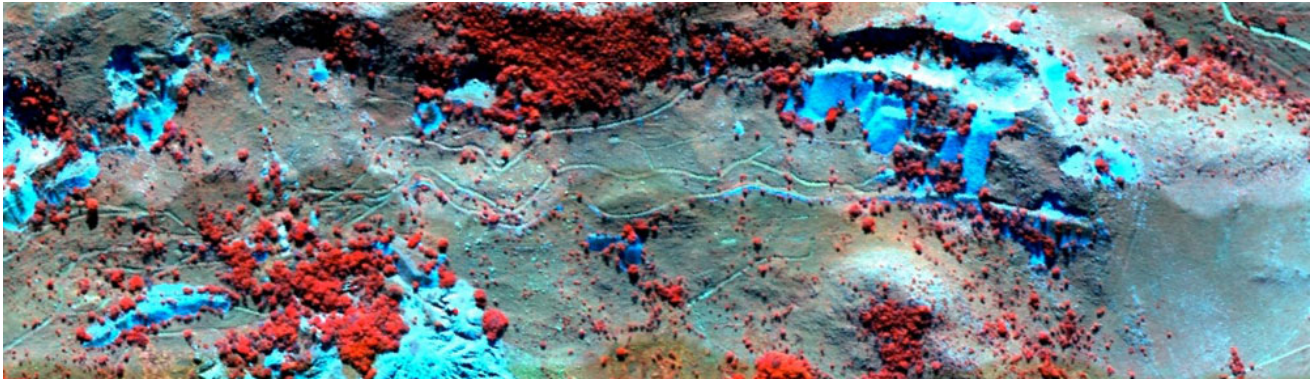
БЛС имат няколко предимства над традиционните методи в археологията за въздушно заснемане, особено в способността им да покриват големи площи на фиксирана височина и скорост в широк диапазон от ветрови и климатични условия. За въздушната термография тези способности са от особено значение, тъй като обикновено времевия прозорец на оптимални условия за заснемане е малък. За увеличаване полезността на този метод заснемането се провежда по време на най-голямата разлика на термалната инерция на археологическия обект и фоновата покривка. От голямо значение е и скоростта на заснемане, поради необходимостта от минимизиране ефекта на променящата се околна среда.

Хиперспектрално заснемане

Хиперспектралното заснемане, или картинна спектроскопия, е вероятно един от най-обещаващите и полезни методи от технологиите за спектрално заснемане. Този метод позволява заснемане и обработване на информация от голяма част на електромагнитния спектър за всеки пиксел от изображението на сцената. По този начин всеки пиксел от изображението съдържа информация за спектъра на излъчване или отражение. Тази информация може да се обработи допълнително за по-точно и подробно характеризиране на заснените на сцената обекти. Хиперспектралните картини ни предоставят един мощен инструмент особено като се има предвид възможността от заснемане с БЛС.



Фиг.3. Сравнение между снимка във видимия и инфрачервения диапазон при полеви условия за археологически изследвания. Час на заснемане 5:18am с Blue J БЛС, Ню Мексико.



Фиг.4. Хиперспектрално изображение.

Спектърът на цветовете, видими с човешко око (червения, зеления и синият канал) е разделен на още няколко спектрални канала. Така Хиперспектралните изображения разширяват получената информация за образите отвъд видимия спектър и обхващат широк диапазон от дължини на вълните. Това е основната причина, поради която хиперспектралните камери са в състояние да предоставят много по-подробна информация за сцената, отколкото при изображения със стандартен цвят, ограничени в три спектрални канала отговарящи на основните цветове. Най-общо казано, с хиперспектралните изображения може значително да се подобри способността за класифициране на обектите в сцената на базата на техните спектрални характеристики. Картината се заснема с „pushbroom“ сканиращ режим. По този начин се заснема тънка ивица от сцената и се разделя на спектралните си компоненти преди да достигне до сензорния масив.

В комбинация с БЛС хиперспектралните изображения могат да отворят наистина нови и непредвидени хоризонти. Въпреки че първоначално са разработени за нуждите на геологията и минното дело, в днешно време са разпространени в много области на промишлеността, науката, или намират комерсиално предназначение в:

- екологията и мониторинга,
- изследване на исторически ръкописи,
- прецизно селско стопанство.

Хиперспектралното изображение помага да бъде набелязан дефект или чужд материал в хомогенна среда, който е невидим за стандартните камери. Други приложения са възможни в наблюдението, особено за военни цели. Не е изненадващо, че хиперспектралните изображения играят своята важна роля в областта на физиката, химията и астрономията.

Гама излъчвания

Полетът на БЛС се контролира автономно от бордови компютри или чрез дистанционното управление на пилот от земята или в друго превозно средство. Те са устойчиви по време на полет от аеродинамично издигане. Безпилотните летателни апарати са заменяеми или подлежащи на възстановяване, като могат да се използват за редица аспекти в геофизичните изследвания, например засичането на радиоактивно (гама) излъчване.

Използването на безпилотни летателни апарати за изследване на естествения радиационен фон, или в места с повишени стойности на радиационния фон е по-ефикасно в сравнение с други пилотни летателни апарати от гледна точка на бързината и качеството на измерването, както и от гледна точка безопасността на оператора.



Този метод намира голямо приложение при:

- разследване на ядрена и радиационна авария в замърсената от радиация област, и откриване на източниците на замърсяването;
- проучване на техническо състояние на енергийни съоразения, откриване на течове;
- Наблюдаване на земното и въздушното ниво на замарсеност, с цел избягване на екологично замърсяване;
- Изпълнява и други задачи, изискващи спешното откриване на рентгенови и гама емисионни източници;

БЛА с Supersam дозиметър позволява да наблюдава територия, следвайки програмиран маршрут автоматично или с дистанционно управление и предаване на данни чрез цифров радио канал. След това данните се използват за създаване на карта на радиационния фон, показващ в реално време ситуацията на изследвания обект. БЛА е в състояние да изпълнява замерване в рамките до 56 мили (90 km) радиус.

Сред предимствата на UAV Supersam при решаване на задачи за радиационен контрол са по-ефективни с краткото време за инсталация на системите способни за изпълнение на измервания в ситуации, които са опасни за човешкия живот.

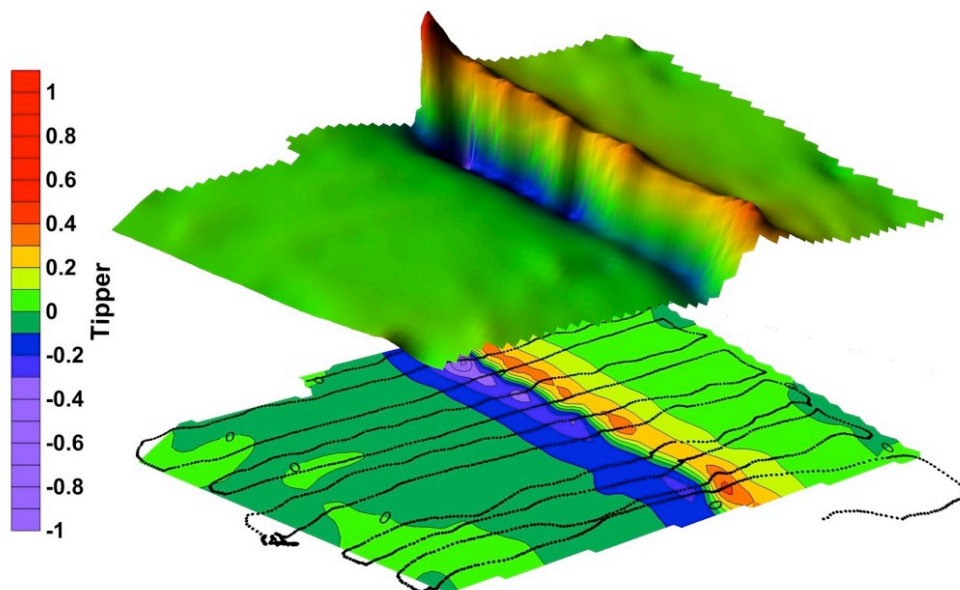
Радио Електро-Магнитен Метод

Радио електро-магнитният метод (радио ЕМ) е мощен инструмент, който ни позволява да открием хоризонтални промени в електропроводимостта на земята. Методът е подобен на метода на Свръх Дългите Вълни (VLF), но включва и иновации:

- Разширен честотен диапазон от 5 kHz до 250 kHz;
- Определяне посоката на наклона на геоложки структури
- Измерване на 3 компонента на електромагнитното поле: H_x , H_y , H_z
- RADIO EM е 10-20 пъти по-бързо от конвенционалните VLF измервания

Методът намира приложение в:

- Картиране на силно наклонени геоложки структури (например разломи) и силно напукани зони;
- Локализиране на зони на минерализация;
- Локализиране на подпочвени води;
- Локализиране на замърсени почви, кабели, тръбопроводи;
- Контактна зона на сладководен и солен воден басейн.



Фиг.5. Радио ЕМ снимка на феромагнитен обект. Време за добиване на данните – 40мин, Дължина на маршрута – 3км, Площ на проучване – 30дка

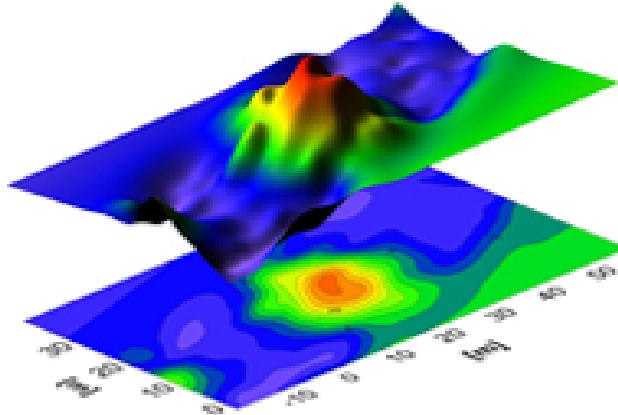
Магнитни Методи

Превръщането на дроновете в евтина, достъпна и лесна за употреба система ни предоставя възможността да ги въведем в използваните до сега методи за заснемане на магнитни снимки. С направата на кратък обзор можем да стигнем до извода че дроновете могат да постигнат най-доброто от наземното и въздушно магнитно заснемане. Ниската височина и високата скорост с която системата може да се движи позволява изготвянето на карти с висока точност и разделителна способност за отрицателно време, нещо което конвенционалните методи не могат по отделно.

Предвид малките им размери най-подходящият уред за извършване на заснемането би бил Векторният Fluxgate магнетометър, характеристиките на който са:

- Сравнително ниско тегло от 860гр, което позволява лесно инсталиране на уреда в системата и безпроблемно пилотиране на дрона.
- Ниският разход на енергия
- Значително по-ниската му цена са двата фактора които обуславят икономическата му ефективност.

Все пак трябва да се споменат и недостатъците му като неортогоналност между осите и ниската му чувствителност на моменти.



Фиг.6. Магнитна снимка

Комбиниран с жirosкоп и GPS сензор имаме възможността да следим местоположението, посоката и височината на магнитометъра и по този начин ние получаваме информация за триизмерното му положение в даден момент.

Трептене на системата за която е закачен магнитометъра може да предизвика неточности в определянето на точното му местоположение докато работи. Жirosкопът следи за тези отклонения и посредством бордовия компютър може да се извършват корекции които помагат за фиксирането на магнитометъра на точно определена височина над земната повърхност.

Фактът че разполагаме с точното разположение на магнитометъра в пространството дава възможността за изчисляване на грешки в измерването и коригирането им при обработката на данни.

Приложение на метода:

- Заснемане на големи площи с цел търсене на рудни проявления и залежи
- Търсене и локализиране на тръбопроводи под земната повърхност
- Мониторинг на подземни депа за съхранение на радиоактивни отпадаци
- Търсене и определяне границите на археологически обекти
- Локализиране на немаркирани минни шахти

Заклучение:

При така изнесената информация, по всичко личи, че в сравнение с пилотните летателни системи дроновете са много по-маневрени и по-ефективни от гледна точка на времето необходимо за измерване. Скоростта и територията на заснемане са много по-големи в сравнение с тези при наземното заснемане.

Чрез тях ние сме способни да елиминираме риска от злополуки застрашаващи живота на екипа опериращ със системата, като по този начин се осигуряват спокойствие и сигурност при работа.

Сравнително ниската цена на този вид системи, както и много лесната им поддръжка ги правят изключително изгодни в икономически план.

Ако при пилотните летателни системи ние имаме нужда от сертифициран пилот с дългогодишен опит, то със сигурност можем да твърдим че при безпилотните летателни системи времето нужно за обучение на



оператора е в пъти по-малко. Като допълнение опростения механизъм за управление на системата я прави достъпна и за хора, непрофесионалисти в летенето.

Захранвана с батерии, системата не произвежда никакъв вид замърсяване и се доказва като напълно безвредна за околната среда. В днешно време това е много важен фактор от екологична гледна точка.

Всеки един от горепосочените методи може да бъде приложен с изключителен успех, като системата предлага съчетание от предимствата на наземните и пилотните летателни методи за заснемане.

Литература:

Cress, Jill, Hutt, Michael, Sloan, Jeff, Bauer, Mark, Feller, Mark, and Goplen, Susan, 2015, U.S. Geological Survey Unmanned Aircraft Systems (UAS) Roadmap 2014: U.S. Geological Survey Open-File Report 2015–1032, 60 p., <http://dx.doi.org/10.3133/ofr20151032>.

Jesse Casana, John Kantner, Adam Wiewel, Jackson Cothren. Archaeological aerial thermography: a case study at the Chaco-era Blue J community, New Mexico. *Journal of Archaeological Science*, Volume 45, May 2014, Pages 207–219

Yajima, R., Nagatani, K., Yoshida, K. Development and field testing of UAV-based sampling devices for obtaining volcanic products. *Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR)*, 2014 IEEE International Symposium. 27-30 Oct. 2014. Pages 1 – 5

<http://mgt-geo.com/services/uas-geophysics>

http://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle#Surveying

<http://www.service-drone.com/en/production/surveying>