

УДК 504.064+608

М. О. СОЛОХА, канд. геогр. наук, ст. наук. співроб.

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»
вул. Чайковська, 4, Харків, 61024, Україна
soloworks@mail.ru

ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИКІВ ПРИ ВИРІШЕННІ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ

Запропоновано застосування аерофотозйомки для моніторингу стихійних звалищ, забруднення ставків, русел річок, спостереження за бентосом та прибережною смугою моря. Наведені приклади застосування безпілотних літаючих апаратів (БЛА) при пошуку цих об'єктів. Вказано на юридичні аспекти застосування БЛА.

Ключові слова: безпілотний літаючий апарат (БЛА), аерофотозйомка (АФЗ), екологічні проблеми, спектральна обробка

Солоха М. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНИКОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

В статье предложен способ аэрофотосъемки с беспилотника для мониторинга стихийных свалок, загрязнения ставков, русел рек, наблюдения за бентосом в прибрежной полосе моря. Показаны примеры использования беспилотных летающих аппаратов (БЛА) при поиске этих объектов. Указаны юридические аспекты использования БЛА.

Ключевые слова: беспилотный летающий аппарат (БЛА), аэрофотосъемка (АФС), экологические проблемы, спектральная обработка

Solokha M. O. THE USE OF DRONES TO SOLVE ENVIRONMENTAL PROBLEMS

The article provides a method of aerial drones to monitor with dumps, pollution rate, river beds, monitoring benthos in the coastal zone of the sea. The examples of the use of UAVs in search of these objects. These legal aspects of the use of UAVs.

Keywords: unmanned flying vehicle (UAV), aerial photography (APS), environmental issues, the spectral processing.

ВСТУП

Початок 21 століття в технічному аспекті ознаменувався появою декількох нових технічних рішень, які дозволяють перевести дистанційні екологічні дослідження на якісно новий рівень. Перш за все, мова йде про використання технічних новинок суміжного напрямку (нові типи батарей, радіо керування на відстані десятків кілометрів, нові алгоритми та програмне забезпечення і т. і.) в тому числі й для вирішення екологічних задач.

Серед основних екологічних проблем, які можна вирішувати за допомогою нового інструментарію є пошук, локалізація стихійних звалищ з їх наступним аналізом; моніторинг автомобільного навантаження та ж/д транспорту; оцінка забруднення ставків, малих річок; оцінка стану бентосу, бе-

регової лінії моря; використання безпілотного літаючого апарату (БЛА) для швидкого моніторингу викидів в місцях, які є важкодоступними для моніторингу (труби заводів, ТЄс, ГРЕс); аналіз впливу (післядії) аварійних наслідків на території (або військових об'єктів) тощо.

На жаль в Україні досі немає систематизованого підходу щодо вирішення екологічних задач за допомогою БЛА в порівнянні з розвинутими країнами, що обумовлює актуальність цієї проблеми. Серед головних задач публікації: навести приклади вирішення екологічних задач за допомогою БЛА; окреслити коло проблем, які існують при використанні БЛА (технічні, юридичні і інш.).

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Використання та розвиток безпілотної авіації прийшло до цивільного сектору нау-

ки від військових і деякий час було не помічено. Починаючи з кінця 90-х, як в СРСР так і закордоном, почали з'являтися публікації на цю тематику. Але за різними при-

чинами ці підходи не набули широкого загалу. На думку автора, це відбулося головним чином через відсутність чіткого розуміння де можливо використовувати цю техніку, в тому числі й при вирішенні екологічних задач. Можливо були відсутні спеціалісти, головною задачею яких було б правильне використання матеріалів (даних), яких можна було б отримувати за допомогою цих технічних засобів.

Проблема забруднення стихійними звалищами стосується не тільки України. Поштовах до використання БЛА для пошуку та ідентифікації стихійних звалищ в Японії та США надав той факт, що дуже важко (або взагалі неможливо) отримати дозвіл на проведення досліджень такого характеру на приватній території. До того ж час, який витрачався на отримання дозволу не призводив до результату – власники прибирали звалище.

Розширення процесу індустріалізації й урбанізації призводить до забруднення оточуючого середовища та дефіциту ресурсів, на фоні цього є погіршення управлінням твердими й побутовими відходами в багатьох містах у світі [3].

Як приклад, тверді побутові відходи в Пекіні та й усьому Китаї складаються, в основному, з твердих промислових відходів, будівельного сміття, екскрементів й т.і. Кількість полігонів твердого побутового сміття розташовано на безпечній відстані від міста, або пройшли компостування чи спалювання. Тем не менш, 20% всього сміття скидається без сортування в яму, яр чи в якусь низовину. Деякі звалища поширені на площі сільгоспугідь, без будь яких заходів по збереженню оточуючого середовища. Ці тверді побутові відходи створюють на відкритому повітрі ареали забруднення довкілля, наголошує Не Н Ү [2].

Використання дистанційного зондування для відстеження твердих побутових відходів було задокументовано та використано в деяких попередніх дослідженнях, більшість з них за допомогою аерофотознімків (АЗ), які є вартісними й можуть бути використані тільки на визначеній висоті та декілька раз на рік [4-7].

В районах міст, де щільність населення й забудови досить висока проводити моніторинг з метою пошуку звалищ проблематично. Тому використовувати зйомку для

вирішення цієї проблеми треба тільки з великою роздільною здатністю знімку.

Частіше стихійні звалища утворюються навколо міст (населених пунктів), жилих районів, селищ у нерівностях рельєфу, таких як яруги, низовини тощо. Як правило вони знаходяться далеко від головних доріг, але мають досить велику площу. Навесні, коли рослинність покриває частину звалища, ідентифікувати його стає досить проблематичним. Взимку звалище відрізняється від снігового покриву відтінками жовтого та білого кольорів, це факти потребують додаткової перевірки та реалізації при пошуку такого роду об'єктів. В останні роки набуває поширення новий тренд цього напрямку – спектральний аналіз АЗ для швидкого аналізу та прийняття управлінських рішень, про що й піде мова нижче.

Іншим важливим напрямком використання БЛА є моніторинг автотрафіку. В порівнянні з традиційними авіаційними носіями (літак, гелікоптер) безпілотники мають ряд переваг. По перше – це вартість години польоту, яка на декілька разів нижче. По друге – це можливість використання цілодобово змінами в будь яку погоду; по третє – використання носія будь якої необхідної спеціалізованої інфраструктури, що зменшує обслуговування комплексу. Екологічні служби, які працюють на шляхах, або спостерігають за пересуванням особливо небезпечних вантажів на ж/д транспорті, оперативно мають повну інформацію про екологічний стан вантажу в заданий проміжок часу.

Особливу увагу приділяють використанню БЛА під час поведень для розвідки заблокований людей у домівках, машинах і т.і.

Для складання оперативної картосхеми стану водних об'єктів використовують саме аерофотозйомку (АФЗ), яка має найбільшу просторову здатність (до 5 см) в порівнянні з космічною зйомкою. Складання такої картосхеми займає всього декілька годин [8]. АФЗ у видимому діапазоні водних об'єктів надає повну інформаційну картину стану водного об'єкту. А саме: площу водного дзеркала, кількість видів водоростей (на глибині від 0 до 2 м) та попередню їх площу та об'єм. Кількість антропогенних об'єктів, що скидають або зливають свої стоки до цієї водойми. Спектральний аналіз таких знімків надає можливість попередньо вста-

новити скиди з підприємства (або іншого об'єкту) у водойми з великою долею ймовірності у визначений час. До речі, в Росії успішно був випробуваний комплекс для льодової розвідки з палуби атомного криголаму [9].

Для України дуже актуально проводити моніторинг каналів по яким подається прісна вода для зрошення та пиття. Екологічний стан каналів постійно погіршується. А якщо взяти до уваги той факт, що загальна довжина цих каналів, русел річок сягає декілька тисяч кілометрів, охопити таку територію контактними методами досить важко і довго, а традиційною АФЗ та космічною зйомкою досить дорого.

Використання АФЗ для моніторингу бентосу та екологічного стану флори в прибережній смузі моря є вкрай необхідним. Робота по систематизації фактів забруднення акваторії Чорного та Азовського морів, стану флори, її забруднення попереджають можливі аварії кораблів при зіткненні з та-

кого роду об'єктом, уточнюються зміни фарвату при активній акумуляції донних відкладів або піску.

Перспективним напрямком використання БЛА є оперативний аналіз забруднення атмосфери у безпосередній близькості від джерел забруднень, які знаходяться у важкодоступних для спостереження місцях. Мова йде про труби підприємств, градирні, теплові відводи. Всі вони є джерелом забруднення з якого ще концентрація забруднюючої речовини не встигла асимілюватися до атмосфери.

Набуває поширення використання БЛА з корисним навантаженням, яке дозволяє проводити моніторинг у реальному часі. Як правило, це різнокольорові камери та (або) тепловізори, які встановлюють на різних носіях [10].

Це значно поширює можливості екологів щодо оперативного втручання до ситуації повеней, пожарів або інших стихійних лих.

ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Спираючись на власні дослідження щодо використання БЛА для пошуку, ідентифікації та спектрального аналізу звалищ [1], можемо стверджувати, що цей спосіб є найбільш прийнятним та перспективним в сучасних економічних умовах.

Досвід, який отриманий під час по-

шуку стихійних звалищ, дозволив розробити власну оригінальну методику пошуку звалищ. Суть якої зводиться до прокладання маршруту БЛА по межі населених пунктів у вигляді кола (з шириною смуги не менш ніж 2 км). Використання цієї методики дало результат 99,9% (рис.1)



Рис. 1 – Стихійне звалище поблизу дороги (Харківська область)

Протягом 2013 року проведено ряд експертних досліджень щодо спектральної оцінки стихійних звалищ з метою виявлення якісних складових кожного виявленого звалища. В результаті спектрального аналізу АЗ встановлено спектральні характеристики складових стихійних звалищ. Основними складовими стихійних звалищ є пластик, дерево, скло, будівельні матеріали, гума (покришки), органічні відходи, текстиль. Ці складові мають наступні спектральні характеристики (модель RGB, зйомка проводилася з різних ракурсів, висота від 80 до 100 м за різних експозицій та метеоумов): пластик: R – від 30 до 90, G – від 40 до 90, B – від 90 до 140, дерево, скло, будівельні матеріали: R – від 30 до 90, G – від 30 до 90, B – від 40 до 100.

Чинником, що допомагає відрізнити кожен з цих видів забруднення один від одного є структура або образ цього забруднення: деревина має витягнуту структуру (у вигляді дошок, або якимось чином обробленою людиною) або ажурну структуру (у разі обрізаних гілок, стовбурів); будівельні матеріали, скло мають купчасту структуру.

Гума (гумові покришки) за своєю спектральною яскравістю наближається до пла-

стику (R – від 60 до 72, G – від 60 до 78, B – від 60 до 87), та відокремлюється при аналізі знімку завдяки аномальній яскравості пікселів на знімку.

Органічні складові мають аморфну структуру (у разі тканин, внутрішніх органів тварин) а окремі яскраві точки – у разі кісток, елементів скелету КРС. Відходи текстилю – відокремлюється завдяки строкастості, різнокольоровості купчастої структури. (рис. 2).

Не менш цікавим спрямування є спостереження за водними об'єктами. АФЗ дозволила в найкоротший термін визначити основний вид забруднювача, за відповідним ідентифікатором (зеленими водоростями), які займали до 38% площі дзеркала (рис. 3).

Іншим перспективним спрямуванням є використання БЛА при моніторингу лінійних об'єктів, які мають довжину більш ніж 1 км). Як правило це автомагістралі, ж/дороги, газо- та нафтопроводи (рис. 4).

Іншою науковою задачею, яку було вирішено – спостереження за береговою лінією моря, бентосом та прибережними дном Чорного моря, з метою визначення переміщення руслового піску. (рис. 5).

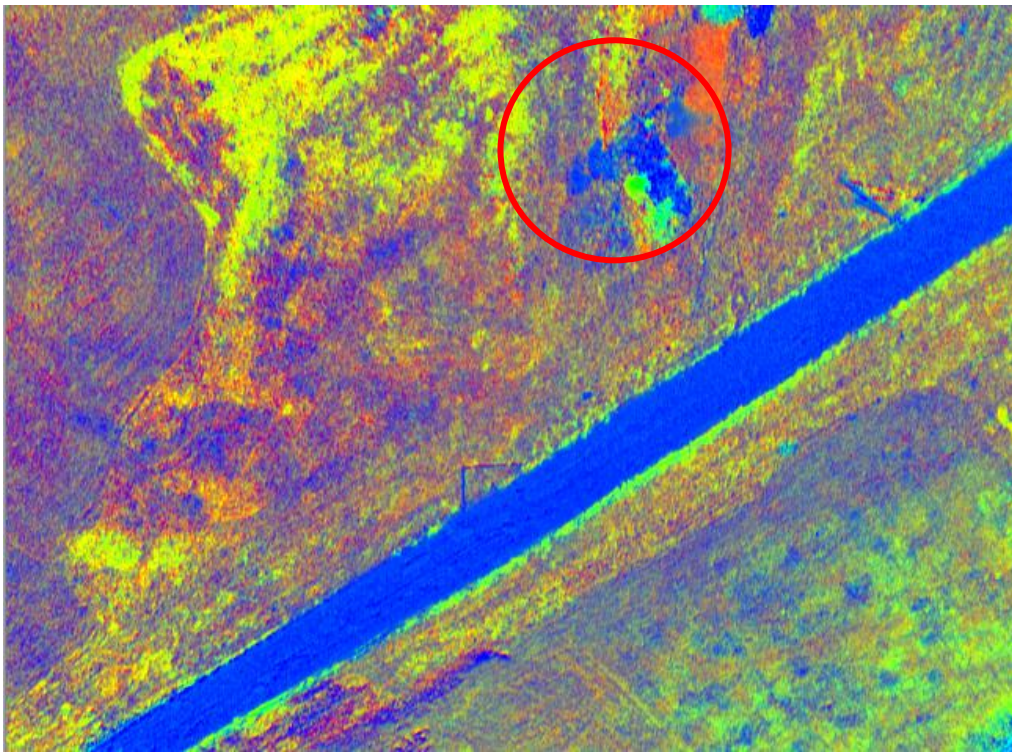


Рис. 2 – Спектральний аналіз попереднього знімку (синім кольором окрім дороги окреслено звалище)



Рис. 3 – Ставок поблизу пгт. Коротич, різними кольорами в товщі води представлені різні види водоростей



Рис. 4 – Спостереження за покриттям Південної залізничної дороги та звалищам поблизу неї

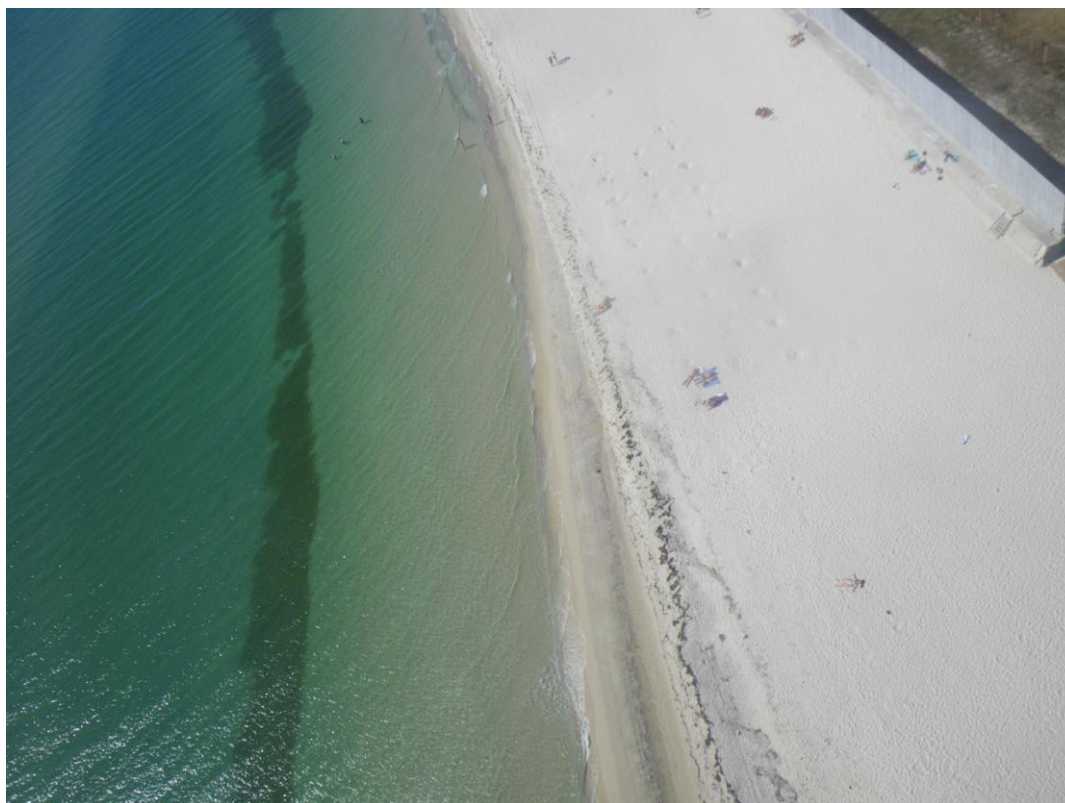


Рис. 5 – Берегова лінія Чорного моря, Лазурне. Чітко спостерігається придонний бентос

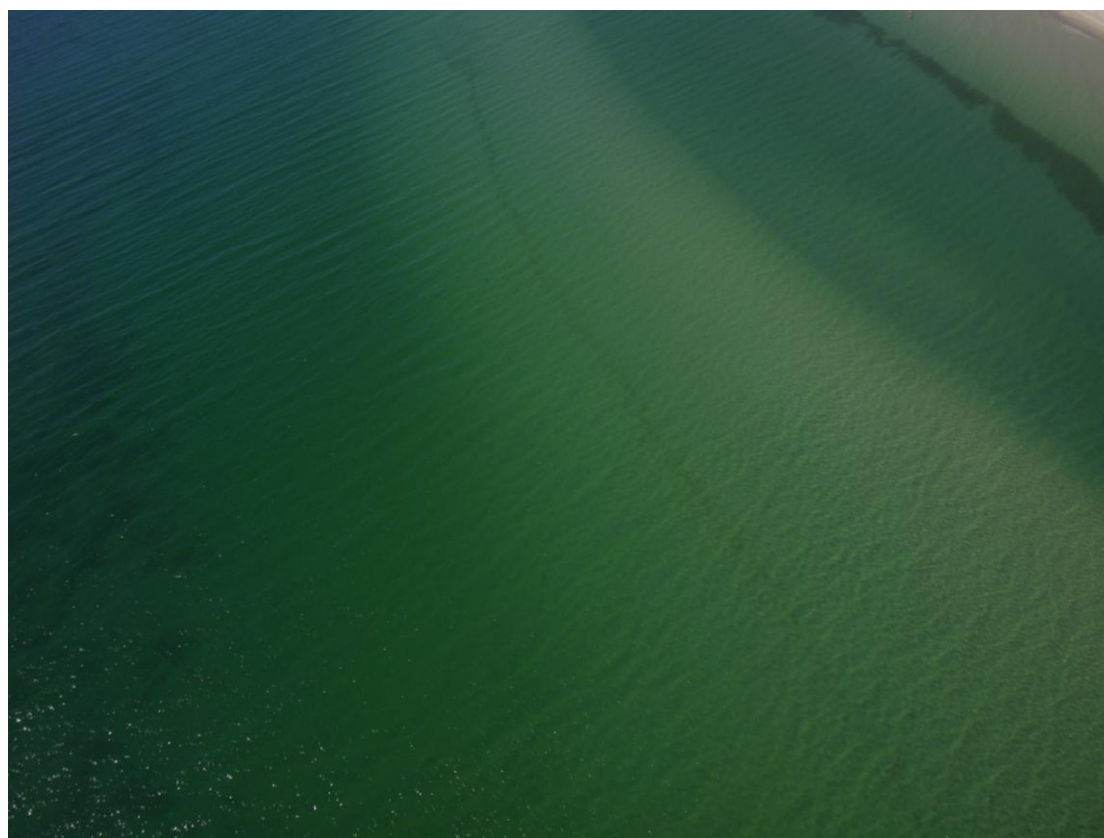


Рис. 6 – Придонний вал з піску поблизу берегової лінії Чорного моря

Окрему увагу необхідно приділити юридичним аспектам застосування БЛА в нашій країні. В Україні вже прийнято першочергові заходи щодо змін у Повітряному кодексі. Внесено до основних положень Повітряного кодексу поняття про безпілотне повітряне судно – повітряне судно, призначене для виконання польоту без пілота на борту, керування польотом якого і контроль за яким здійснюються за допомогою спеціальної станції керування, що розташована поза повітряним судном.

Зроблено деяке спрощення при реєстрації безпілотних комплексів, але тільки для специфічної діяльності. В статті №39 Пові-

тряного кодексу України реєстрація цивільних повітряних суден у пункті 8 зазначено, що не підлягають реєстрації у Державному реєстрі цивільних повітряних суден України: ... 4) безпілотні повітряні судна, максимальна злітна вага яких не перевищує 20 кілограмів і які використовуються для розваг та спортивної діяльності [11].

В повітряному кодексі не зазначено зони використання безпілотних систем, повітряні ешелони, в яких можна їх використовувати та порядок використання. Це є підґрунтям для удосконалення нормативних документів, які повинні регламентувати ці питання.

ВИСНОВКИ

1. За допомогою БЛА можна успішно вирішувати наступні екологічні задачі: пошук, ідентифікація стихійних звалищ, моніторинг та спостереження за об'єктами з великою довжиною (руслами річок, ставків, прибережної акваторії моря тощо).

2. Використання БЛА для вирішення задачі спостереження за ж/д та авто транспортом потребує встановлення більш потужної оптики, яка б дозволяла отримувати АЗ з роздільною здатністю більше 1 см.

ЛІТЕРАТУРА

1. Солоха М. О. Методологія оцінки впливу стихійних звалищ на екологічний стан (на прикладі Дергачівського району Харківської області) / М. О. Солоха, Є. А. Кочанов. // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія: Екологія. – 2011. – № 944, Вип. 6 – С.73-76.
2. He H Y. Informal Solid Waste Dumps Knock the Alarm Bell of Environment. / He H Y. // China Construction Paper. –04-18(4), – 2005.
3. Xi J Q, Jiang H H, et al. The Analyzing of Current State and Existing Problems of City Household Garbage Treatment. / Xi J Q, Jiang H H, et al. // Environmental Monitoring in China, 19(1). – 2003. pp.21-23.
4. Yang Z G. The Application of Aerial Remote Sensing Technology in Physiognomy and Solid Waste Site Investigation. / Z G. Yang. // Shan Xi Geological Science and Technology Information, 17(1), –1992. – pp.37-42.
5. Zhao J. The Application of Remote Sensing Technology on the Distribution and Disposal of Garbage in Beijing. / Zhao J, Zang K, et al. // Journal of Capital Normal University (Natural Science Edition), 26(3). – 2005., – pp. 109-113.
6. Zhao Z C. Distinguishing and Investigating the Solid Waste Heaps in Tianjin City by Applying Aerial Remote Sensing Technology. / Zhao Z C, Liu W, et al. // Environmental Hygiene Engineering, 8(1). – 2000.– pp.37-39.
7. Zhou Z. J. The Application of Aerial Remote Sensing Technology in Environment Geology Investigation in Solid Waste Site. / Zhou Z J, Wei W X, et al. // Shan Xi Geological Science and Technology Information, (2),– 1991. – pp. 44-49.
8. Порядок складання картосхеми з аерофотознімків. Режим доступу до журналу: <http://gis-lab.info/forum/viewtopic.php?f=37&t=14443> - 2013 р.
9. Відео архів застосування безпілотників Zala-aero. Режим доступу до журналу: <http://zala.aero/category/video> - 2013 р.
10. Варіанти застосування різних типів носіїв різнокольорових камер. Режим доступу до журналу: <http://vimeo.com/22494554> – 2013 р.
11. Повітряний кодекс України Відомості Верховної Ради України від 09.12.2011 — 2011 р., № 48, / № 48-49 /, стор. 2024, стаття 536.

Надійшла до редколегії 30.08 2013

