

ВИДОВЕ КАМЕРИ, ИЗПОЛЗВАНИ НА ДРОНОВЕ

Георги Желев

Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките
e-mail: gjelev@space.bas.bg

Ключови думи: *Дроне, Камери, Класификация*

Резюме: *Направен е опит да се систематизира и класифицира разнообразието на професионални камери, използвани за заснемане с дроне. Направената класификация се базира на техническите характеристиките и сферите на приложение на камерите.*

DIFFERENT TYPES CAMERAS FOR DRONES

Georgi Jeleu

Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: gjelev@space.bas.bg

Keywords: *Drones, Cameras, Classification*

Abstract: *An attempt has been made to systematize and classify the variety of professional cameras used for drone shooting. The classification made is based on the technical characteristics and areas of application of the cameras.*

Дроните навлизат все повече в различни сфери на живота. Тяхното разнообразие е голямо и те се специализират в зависимост от приложението им (Желев, 2018; Желев и др., 2016; Атанасова, 2016; Филипов, 2011; Цекова и др., 2005,.). Поради възможността за дистанционно управление те са подходящи за изпълнение на задачи за наблюдение на труднодостъпни места и рискови зони, използват се за определяне на щетите от природни бедствия и технологични аварии (Creutzburg, R., 2015). Често те се използват за видео и фото заснемане с професионална и все по-често за любителска цели.

Най-важния компонент на системата за наблюдение е камерата. Камерите могат да бъдат най-разнообразни и зависят от целите и задачите, които трябва да се решат с безпилотната системата за наблюдение.

Целта на настоящата статия е да се направи една обобщена класификация на голямото разнообразие от камери за дроне на пазара и та се наблегне на някои основни характеристики на тези, използвани за професионални цели.

Най-общо камерите могат да се поделят спрямо приложението си на два вида – любителски и професионални (Фиг. 1.).

Любителските камери са основно вградени в тялото на дрона камери имат малки размери и по-слаби характеристики. Те се използват от аматьори и полупрофесионалисти за фото и видео заснемане на спортни и други дейности на открито, за обучение, подарък или просто за забавление. Камерите са монтирани в роторни дроне с до четири ротора и често са с включени очила за FPV (*предаване в реално време*) или са част от RTF дроне - напълно сглобени и готови за ползване (Фиг. 2.) с функция „следвайте ме“.

Любителските камери, като част от дроновете нямат възможност да бъдат подменени и не могат да бъдат разглеждани като отделно от дрона. Поради това те не нарушават аеродинамиката на дрона и не се изисква да имат аеродинамична форма. Тенденцията в тяхното развитие е повишаване на видео и фото характеристиките, минимизиране на размерите и теглото им. Те все по-често поддържат 1080P HD формат на въздушни снимки, регулируем ъгъл до 120°, 2MP WIFI висококачествено видео в реално време направо от дистанционното управление. Дават възможност за направа на идеално селфи и гледна от птичи поглед.

Професионалните се използват при решаване на задачи в науката и бизнеса, както и за военни дейности. Те често са самостоятелни, могат да бъдат заменяеми на дрона и като цяло са със много добри технически характеристики (фиг. 2.).



Сута X21-S - Микро дрон с вградена камера з а видео наблюдение в закрити помещения или на открито в рамките на 5 min. С 4K предна камера и 720P (1 MPx) дънна камера W1 pro за двойно визуално изживяване.



Микро (нано) дрон L6058W притежава 0.3 MPx камера, която заснема видео с прилично качество, с характеристиката FPV (предаване в реално време)



Дрон SJR/CZ5 с 1080P широкоъгълна Wifi камера с регулируем ъгъл до 120° и функция FOV за заснема висококачествени видео и въздушни снимки.



Дронът Selfly се прикрепя към калъфа за смартфон, когато не се използва



Дрон Veeror 2 с 14MPx и full HD камера и FPV очила

Фиг. 1. Вградени в корпуса на дрона камери



Професионална камера на фирмата DJI от серията Zenmuse X, използва се за професионална фотографията и кинематографията. 24 MP сензор, 4K Ultra HD: 3840x1572, 30p, ISO 100 – 25 600 за снимки и 100 – 6 400 при видео, скорост 1/8 000s – 8s



Термална камера Yuneec CGO ET, използва се за нощни снимки и термални изображения и видео-заснемане. 12 MP сензор, резолюция на заснемане 1920 x 1080p 30 fps, чувствителност 100-12800 ISO, температурна чувствителност от -10° до 180°, дължина на LWIR вълни: 8 μm - 14 μm



Лидарна камера Snoopy Lidar USA, заснема терена с 700 000 точки/s, има 32 индивидуални лазера с обхват - 40 градуса вертикален и 360 градуса хоризонтален, +/- 2 cm точност и 100 m обхват

Фиг. 2. Професионални камери за дронове

Друг показател по който камери могат да се подразделят е спектралния диапазон, в който те работят (*регистрат*). Поделят се на:

1. Камери в оптичния диапазон (*RGB камери*)

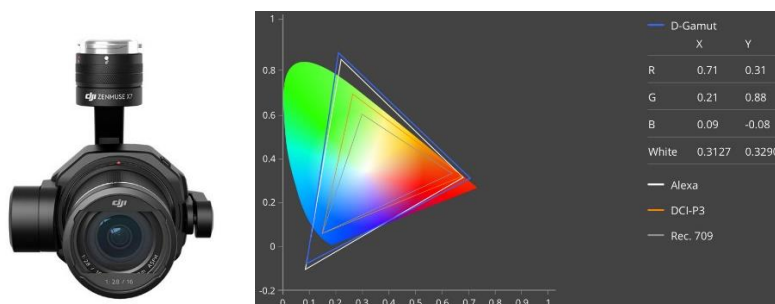
Характерното за тези камери е те регистрират видео и фотозаснемане във видимия диапазон на електромагнитния спектър – червено, зелено и синьо.

В тази група попадат почти всички камери за любителски дронове (*за снимане в реално време, за и видео „селфи“ и др.*) (фиг. 3.).

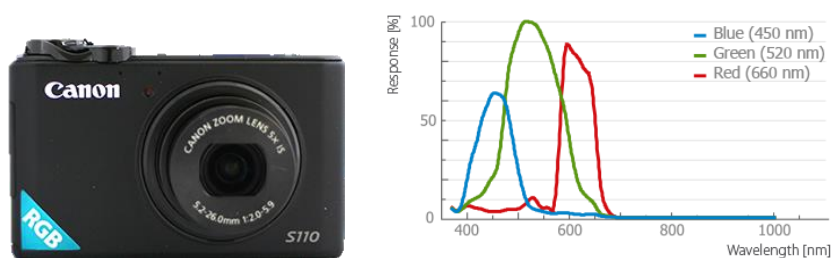


Фиг. 3. Квадракоптер Eachine E50 с WiFi видео предаване в реално време, камера: 2MP, 720P, видео и снимки;

Те са видеокамери и фотоапарати за дронове, снимащи панхроматично във видимия диапазон от спектъра (фиг. 4). или в спектрални канали син, зелен, червен (фиг. 5).



Фиг. 4. Камера за дрон за професионално видео заснемане ZENMUSE X7



Фиг. 5. Спектрална камера Canon S110 12 MP RGB, за получаване на изображения във видимия спектър в три канала: син, зелен и червен.

2. Мултиспектрални (*NIR, Green, Red, Red Edge*) камери

Мултиспектрални изображения са много ефективен инструмент за оценка на състоянието на околната среда (*производителността на почвата, анализ на състоянието на растенията, граница суша-вода и др.*). Проучването на състоянието на околната среда с невъоръжено око е много ограничено и нерационално. Технологията за заснемане в много канали (*мултиспектрални изображения*) и комбинацията между тях позволява да се види много повече отколкото с само с „просто око“. Най-често тези данни намират приложение в земеделието, горското стопанство и затова наборът от канали (*NIR, Green, Red, Red Edge*) е ориентиран към характерните спектрални отразителни характеристики на растенията и възможността за изчисляване на различни вегетационни индекси (*NDVI, NDRE и др.*). Тези данни се използват и в

геологията, геоморфологията, археологията и др. като се използват библиотеки със спектрални отражателни характеристики на минерали и скали.

В земеделието, данните от мултиспектралните камери (фиг. 6–10) - мултиспектралните изображения имат редица предимства като:

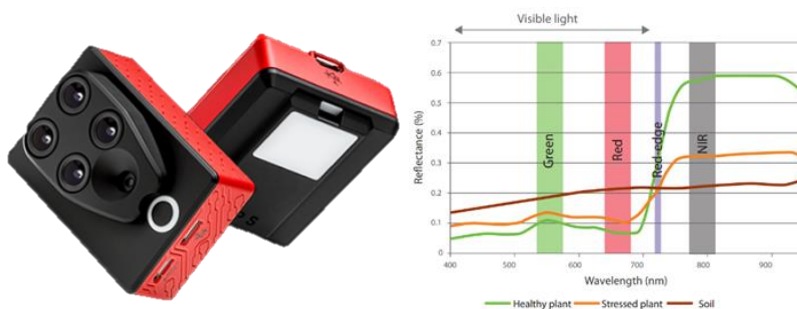
- Дават възможност за работа със спектрални данни от различни спектрални канали (*NIR, Green, Red, Red Edge* и др.);
- Идентифицират вредители, болести по растенията и плевели;
- Маже да се оптимизира употребата на пестициди при културните растения, чрез ранно откриване на вредители и заболявания;
- Оптимизиране на торенето чрез откриване на недостиг на хранителни вещества;
- Улесняване и оптимизиране на сеитбооборота (*редуването на културите*);
- Определяне плътност и гъстота на посева;
- Прогнозиране на добива от реколта;
- Определяне на влажността на почвата и контролиране на напояването, чрез идентифициране на райони, за които има съмнение за воден стрес;
- Провеждане мониторинг на добитъка;

Една от водещите в сектора селскостопански камери (*сензори*) са тези на Sentera (фиг. 6). Сензори са напълно адаптивни, което позволява да се използват както визуално, по канали мултиспектрални данни, така и калкулирани, пространствено и радиометрично точно, растителните индекси NDVI, зелен NDVI и NDRE. Quad сензорът може да измерва ключови показатели на хлорофила в културите. Тези камери дават в реално време представа за състоянието на реколтата.



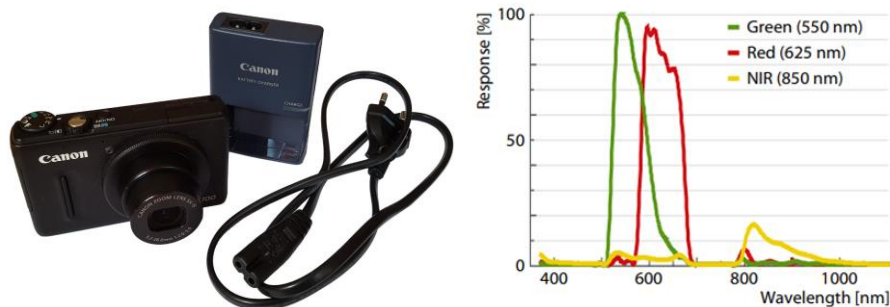
Фиг. 6. Четириканална мултиспектрална камера Sentera High Precision

Камерата Parrot Sequoia (фиг. 7) е една от най-малките и леки мултиспектрални камери за дронове на пазара към днешна дата. Тя е специално насочена за заснема на селскостопански култури в четирите дефинирани спектрални канала, във видимата и близката инфрачервени зони на спектъра плюс изображение в RGB. Камерата използва два сензора. Единият улавя отразената слънчева радиация, а втория, монтиран на гърба, регистрира падналата слънчева радиация в същите спектрални канали. Това позволява калибриране на получените данни още по време на заснемането.



Фиг. 7. Четириканална мултиспектрална камера Parrot Sequoia

Мултиспектрална камера Canon S100 NIR (фиг. 8) е способна да заснема изображения в червената и NIR (близката инфрачервена) област от спектъра. Оригиналният ИЧ (инфрачервен) блокиращ филтър е заменен от висококачествен двоен лентов пропусклив филтър, който позволява на червения и NIR спектър да достигнат до сензора вътре в камерата.



Фиг. 8. Мултиспектрална камера Canon S100 NIR

Мултиспектрална камера ADC Lite разполага с един 3.2-мегапикселов сензор, оптимизиран за регистриране на дължини на вълната във видимата, по-голяма от 520 nm до 920 nm и в близката до инфрачервена област от спектъра (фиг. 9).



Фиг. 9. Мултиспектрална камера ADC Lite

Мултиспектрална камера MicaSense Red Edge (фиг. 10) е системата за едновременно регистриране в пет отделни спектрални канала, позволяващи създаването на специално пригодени индекси. Интегрирайки двете пет-лентови камери, RedEdge-MX и RedEdge-MX Blue, дава възможност за най-модерни приложения за дистанционно изследване и изследване на растителността.

Мултиспектрална камера Airinov multiSPEC 4C е насочена към прецизно земеделие. Измерва отразената слънчева радиация от културите в четири различни спектрални канала: зелен, червен, Red Edge и NIR.



Фиг. 10. Мултиспектрални камери RedEdge-MX и RedEdge-MX Blue

3. Термални камери

Термалните камери позволяват използването им за спасителни операции, гасене на пожари, инспекция на соларни панели и електропреносни мрежи, наблюдение на животни и посеви, обследване на сгради, комини, електропроводи, електрически станции, тръбопроводи и нощно наблюдение на населени места и др. (фиг. 11 и фиг. 12).



Фиг. 11. Приложение на термалните камери



Термална камера Yuneec CGO ET съчетава висока светлочувствителност за нощни снимки и температурен сензор за термални изображения и видеозаснемане.



Термална камера SMT18HT6 комбинира 18x оптично приближение и 640 x 480 термична система за визуализация



Термовизионната камера DJI Zenmuse XT е разработена FLIR. Тя осигурява висока чувствителност (50 mK) при инфрачервено заснемане с 640/30 кадъра в секунда

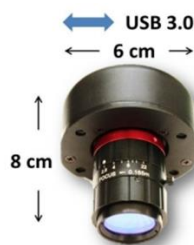
Фиг. 12. Термални камери

4. Хиперспектрални камери

Характерно за хиперспектралните камери е заснемането в много тясни спектрални канали. Те регистрират отразената слънчева радиация във видимата – близка инфрачервена (VIS-NIR) и средната инфрачервена (SWIR), покриващи спектралния диапазон от 400–2500 nm (фиг. 13).



Hyperspec Mjolnir V-1240 със 200 спектрални канала и спектрален диапазон 400 до 1000 nm



BaySpec, OCI™-UAV дава хиперспектрални данни в VIS-NIR с непрекъснато спектрално и пространствено покритие.



Hyperspec SWIR система с дрон DJI M600 хиперспектрално изображения във спектрален диапазон от 900 до 2500 nm.

Фиг. 13. Хиперспектрални камери

5. Лидарни камери

Използването на лидарни камери на дронове във фотограметрията, 3D фотограметрията и лидарното картографиране се увеличава бързо. Това не е изненадващо, тъй като използването на дрон за въздушно наблюдение е много по-рентабилно в сравнение с наемането на самолет с фотограметрично оборудване. Тъй като дроновете са сравнително евтини, много организации ще разполагат със собствен „флот“, позволяващ бързи проучвания върху големи площи, където е необходимо.

Дронове оборудвани с GPS, цифрови фотоапарати и мощни компютри (*изкуствен интелект*), дават възможност за проучвания с точност до 1 до 2 см (фиг. 14).



MiniRanger е миниатюризираната версия на пълноразмерното картографско решение за свръхвисока точност на Phoenix LiDAR. Абсолютна точност - 10/15 mm

RMUS LiDAR USA I +/- 4cm точност, 16 лазера, 100 m обхват, сканиране - 300 000 точки в секунда

Фиг. 14. Лидарни камери за дронове

6. Видеокамери за дронове

Видеокамерите се характеризират с невероятно 4K/Full HD 4:2:2 видео и висококачествени снимки, имат компактно, леко и лесно за използване тяло с възможност за смяна на обективите и с оптичен стабилизатор на образа (фиг. 15).



Фиг. 14. Камера ZENMUSE X7
Професионалните камери на DJI от серията Zenmuse X са широко разпространени сред професионалисти и ентузиаста във фотографията и кинематографията



Фиг. 15. Камера Rapture X8 Arri Alexa за целите на професионалната кинематография

7. Други камери за дронове

Наземният проникващ радар (*GPR*) съществува от доста време, но в комбинация с въздушна система, той предоставя специфични предимства като увеличено въздушно покритие, отдалечен достъп и картографиране, в недостъпни или твърде опасни за персонала участъци (фиг. 16).



Фиг. 16. COBRA DJI Matrice 600 Pro с георадар (*GPR*) използва радиолокационния сигнал в реално време

U10 (фиг. 17) е лек, високочувствителен газов детектор на базата на лазерна спектроскопия с регулируема диодна настройка (*TDLAS*), която позволява бързо идентифициране на метан от разстояние до 100 m или с концентрация до 5 ppm.m. Задвижван от дрон DJI SkyPort, U10 може да бъде интегриран безпроблемно с DJI Matrice 200 Series V1 и V2 платформи.



Фиг. 17. Лазерен детектор за изтичане на метан U10

Заклучение

Голямото разнообразие на камери за дронове определя възможните сфери на приложение, а това са:

- Управление и планиране на горите;
- Селско и горско стопанство;
- Моделиране на наводнения;
- Хидродинамично моделиране;
- Батиметрия на прясна вода;
- Моделиране на замърсяване;
- Картографиране и картография;
- Цифрови модели на терена;
- 3D моделиране и топография;
- Мониторинг на строителния обект;
- Строителни и структурни инспекции;
- Изследване на градските среди, градоустройство;
- Управление и моделиране на брегова линия;
- Транспортното планиране;
- Проучване на нефт и газ;

Кариери и открития добив на полезни изкопаеми;
Геоложки проучвания за профилиране на почвен слой;
Археология и документация за културно наследство;
Планиране на клетъчни мрежи;
Фотограмметрията започва да налага ползването на дронове с лидарни сензори;
Картографиране на коридора: електропровод, железопътна линия и инспекция на тръбопроводи;
Управление на ресурси;
Картографиране на подземни инфраструктури с георадар
и др.

Благодарности:

Използвана е апаратурата, закупена по проекта ИКАМОС и включена в Полевия измерителен комплекс (ПИК) – Специализирана безпилотна система за въздушно картографиране senseFly eBee Ag.

Литература:

- Желев, Г. 2018. Видове дронове. Proceedings SES2018, Space Research Technology Institute - Bulgarian Academy of Sciences, ISSN:2603-3313, 236-252, Международно академично издателство. (in Bulgarian)
- Желев, Г., Руменина, Е., Димитров, П., Каменова, И., Илиева, И., Найденов, Й., Нанков, М., Кръстева, В., 2016. Приложение на БЛА eBee AG за оценка състоянието на царевични посеви с различна норма на торене. Proceedings of Eleventh scientific conference with International Participation "Space, Ecology, Safety" (SES 2015), SRTI-BAS, 2016, 154-166
- Сотиров, Г. С., В. Т. Цекова, Ф. Х. Филипов, 2005. Комплекс за екологичен мониторинг с мини безпилотни летателни апарати, Сборник доклади от Юбилейна Научна Конференция, «10-години Тракийски Университет, Стара Загора, 29.09.2005 г. ISSN 1312-1723, стр.127-131.
- Daponte, P., De Vito, L., Mazzilli, G., Picariello, F., Rapuano, S., & Riccio, M. (2015). Metrology for drone and drone for metrology: Measurement systems on small civilian drones. 2015 IEEE Metrology for Aerospace (MetroAeroSpace). doi:10.1109/metroaerospace.2015.7180673
- Flammini, F., Pragliola, C., & Smarra, G. (2016). Railway infrastructure monitoring by drones. 2016 International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles & International Transportation Electrification Conference (ESARS-ITEC). doi:10.1109/esars-itec.2016.7841398
- Филипов, А., 2011. Използване на безпилотни летателни системи (БЛС) като платформи за дистанционни изследвания, Геомедия. С. онлайн портал - <https://www.geomedia.bg/geodezia>.
- Атанасова, Ц. 2016. Приложение на БЛА (безпилотни летателни апарати) в архитектурната фотограмметрия, Годишник на УАСГ, том 49, бр. 4, стр. 51-60, ISSN 2534-9759, https://uacg.bg/UserFiles/File/UACEG_Annual/2016/Issue_4/22.pdf
- Желев, Г., Руменина, Е., Димитров, П., Каменова, И., Илиева, И., Найденов, Й., Нанков, М., Кръстева, В., 2016. Приложение на БЛА eBee AG за оценка състоянието на царевични посеви с различна норма на торене. Proceedings of Eleventh scientific conference with International Participation "Space, Ecology, Safety" (SES 2015), SRTI-BAS, 2016, 154-166
- Цекова, В., Г. Сотиров. 2005. Безпилотни летателни апарати за мониторинг на земната повърхност, Scientific Conference "SPACE, ECOLOGY, SAFETY" with International Participation, 10–13 June 2005, Varna, Bulgaria. Book II, SES' 2005, Space Research Institute – BAS, pp 409-414, ISBN 954-438-485-5, <http://www.space.bas.bg/astro/Ses2005/w5.pdf>
- E-agriculture in Action: Drones for Agriculture, 2018. Edited by Gerard Sylvester, published by Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Telecommunication Union, Bangkok, pp 126, ISBN 978-92-5-130246-0s, <http://www.fao.org/3/I8494EN/i8494en.pdf>

Използвани интернет източници:

- <https://www.precisionhawk.com/blog/media/topic/sensors-101-basics-lidar-thermal-hyperspectral-multispectral-technology> - PRECISIONHAWK, Home page
- <https://www.dronezon.com/learn-about-drones-quadcopters/multispectral-sensor-drones-in-farming-yield-big-benefits/> - DroneZon, Drone Technology, Knowledge, News & Reviews
- <https://www.yuneeec.bg/c/kameri-i-stojki> - Yuneec.bg, Home page
- <https://store.dji.com/bg/kameri-za-dronove/> - DJI STORE SOFIA, Home page
- <https://www.lidarusa.com/scanlook-revolution.html> - LiDAR USA, Home page
- <http://www.symatoys.com/goodshow/x21-s-syma-x21-s-universe-features-in-a-tiny-drone.html> - SYMA, Home page
- <https://sentera.com/sensors/> - SENTERA, Home page
- <https://www.copter.bg/bg/termovizionni-kameri-flir> - COPTER.BG, Home page
- <https://www.riseabove.com.au/> - RISEABOVE, Home page