

Безпилотните летателни апарати в енергетиката: перспективи и предизвикателства.

Валентин Велчев

UAVs in the energy sector in Bulgaria: Prospects and Challenges: One of the characteristics of the energy sector is that its individual components and sub-systems are spread over large areas, they are geographically diffuse. Examination, inspection of the technical condition and their security is very difficult and labor intensive, and the use of aircraft is expensive. The decision to use UAV comes easily on mind. Advantages, tasks and unsolved problems are subject of this article.

Keywords: unmanned aerial vehicles, systems, classification, energy facilities and equipment, inspection, diagnostician, tasks, rules, limited, required

Дроновете идват....!

ВЪВЕДЕНИЕ

Причини за използването на БПЛА в българската енергетиката

Една от особеностите на енергетиката е, че отделните нейни елементи и подсистеми са разположени на големи територии, те са географски разредоточени.

Линейните обекти са разнообразни: електро - (въздушни (ВЕЛ) и кабелни линии), газо-, топло-, нефто-, продукто- и други проводни. Те могат да са разположени подземно, наземно, надземно (въздушно), подводно. Част от тях са намират в целогодишно или сезонно труднодостъпни места. Дължина им достига до няколко стотин километра.

Габаритните размери на елементите и обектите в енергетиката ни са впечатляващи напр.: височината на стоманените стълбове на ВЕЛ:

- 750 kV е 30-35 м., разстоянията м/у крайните му проводници- е 35-40 м.
- 220/400 Kv е 25-30 м., а разстоянието от земята до проводниците е 7-8.

При пресичане на различни препятствия (реки, езера, пропасти, пътища, ж.п. линии, други въздушни линии) височините на използваните стълбове, разстоянието между тях и отстоянието на проводниците от земята се увеличава.

Височините на кулите с перките на вятърните електроцентрали до над 120 м.

Стените на големите (енергийни) язовири у нас са напр. 60 – 144 м (яз. Вьча). Залетите площи на язовирите са 10 – 30 кв. км (Яз Искър).

Височината на комините на топлоцентралите също е впечатляваща до 325м.(Марица изток 3, 2)

Габаритните размери сградите на някои електроцентрали надвишават сто метра (дължина), а височината им е над 20 м.

Ето защо огледът, инспекцията на техническото състояние и охраната тези елементи е силно затруднен и трудоемък, а използването на пилотируема летателна техника е много скъпо. Решението за използването на **безпилотни летателни апарати (БПЛА)** (англ.: **unmanned aerial vehicle - UAV**) се натрапва от само себе си.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Задачи, стоящи при използване на БПЛА в и за нуждите на енергетиката

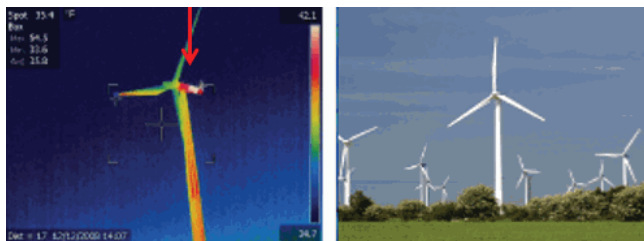
С помощта на безпилотни апарати в енергетиката могат да се решат следните задачи:

- аерофотоснимки и видеонаблюдение (техническа инспекция) на:

- линейни обекти (електро-, газо-, нефто-, топло-, и други продуктопроводни) и техни елементи (стълбове, мачти, портали, станции.....);

- електроцентрали в т.ч. и вятърни генератори[7], подстанции, язовири, бентове, стени и др.
- проводи на ВЕЛ, с последващ анализ на замърсяване и повреда на изолаторни вериги, повреди на мачти и стълбове, обледеняване, и измерване провисване и скъсване на проводници.
- оценка ВЕЛ, липса на арматура по линиите ;
- аерофотоснимки и видеонаблюдение при извънредни ситуации - на залети и наводнени места от релефа, пожари (където е затруднено използването на вертолети);
- термовизионен (инфрочервен) контрол (техническа инспекция) на силовите елементи на високоволтови линии и електрически станции и подстанции, на топлопроводи с цел анализ, както на топлинни загуби, така и отделяне на топлина при нагряване на тоководещи части при некачествено електрическо свързване;
- ултравиолетова диагностика на коронни разряди електрически дъги на ВЕЛ (техническа инспекция),
- детектиране на радиосмущения от искрене и разряди при лошо в т.ч. несанкционирано свързване.
- детектиране на гама излъчване, с дистанционни дозиметри, и радиационен мониторинг (аерогамаснимки);
- използване на различни газанализатори, и спектрални камери, при изследване на емисии.
- контрол на допустимата височина на дърветата в зоната на преминаване на високоволтови линии с помощта на лазерно сканиране;
- сканиране и контрол с лазерен газанализатор на газопроводи;
- идентификация на строителни площадки;
- снимки на нови трасета на електропроводи и прилежащата територия и създаване на цифров модел на релефа;
- екзекутивно заснемане на ВЕЛ;
- доставка на товари.

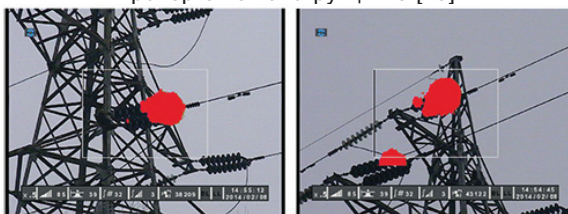
Примери от дистанционна диагностика с БПЛА от различни страни е показан по-долу.



Снимка 1 и 2. Техническа инспекция на вятърни турбини във видимия и инфрочервения спектър [7], [8].



Снимка 3. Проверка на факела без прекъсване на работа, наличие на корозия, проверка на конструкцията [15].



Снимка 4 и 5. Инспекция на Въздушни линии за корона с ултравиолетова мобилна камера [11].



Снимка 6. Аерофотоснимка на въздушна линия високо напрежение (ВЕЛ) – констатирана липса на изолатор от височина 120 м. [9]

Така събраната информация облекчава:

- проектиране на трасета за прокарване различни видове проводни или на възстановяване на съществуващи;
- инженерни разчети и анализ на провисването на проводни, определяне на физически параметри, моделиране на товара;
- анализ на излизане на различни подземни проводни на повърхността, разливи и несанкционирани заустявания,
- анализ на повреди и аварии;
- анализ на обрастването на трасетата;
- прогнозиране и моделиране на природни въздействия;
- оперативно създаване на ортофотоплан на местността на енергийни строежи,
- видео наблюдение за целите на охраната на енергийните обекти в т.ч. критична инфраструктура.

С тези летателни системи могат да се използват всички видове прибори за наблюдение и контрол. **Ако самите безпилотните системи са новост и се усъвършенстват, то приложната апаратура е вече разработена и се върви към нейното олекотяване.**

Преимущества

Основните преимущества при решаването на горните задачи с помощта на

БПЛА са:

- неколккратно по ниска цена от използването на пилотни системи и или наземни мобилни групи.
- Решаването на задачите става по-бързо, и времето за подготовка е по кратко,
- Съкращаване на времето за откриване на причини за повреда при аварийни изключения.
- Обследване на места, които са трудно достъпни от наземните екипи.
- Безопасност.

Необходимост от правила

Използването на безпилотни системи обаче повдига редица въпроси, отговорите на които не търпят отлагане.

Очевидно за използването на БПЛА за граждански цели особено при облитане не само на критична инфраструктура, но и на всички енергийни съоръжения и обекти, е необходимо да има ограничения, правила и процедури. Правилата за използване, управление, подготовка на тези летателни апарати, каквито засега липсват трябва да бъдат интегрирани с правилата за другите въздушни средства.

В момента няма единна система за класификация на тези апарати, като най-често се дефинират по излетно тегло, което не е най-добрия критерий. В САЩ максималното тегло във всеки клас е малко по високо отколкото при европейците. Класифицирането само по максимално излетно тегло не е достатъчно и ще бъдат добавени и други критерии, напр. мощност, подемност или обхват (продължителност) на полета, а може би комбинация от няколко критерия. Класовете по НАТО след излетно тегло са разбити на категории по таван на полета и обхват на радиоканала за връзка. Единият от вариантите би бил маса и обхват (продължителност на полета)

Class	Category	User	Ceiling (m. AGL)	Range	Info User	Models
Class I (up to 150 kg)	MICRO (<1 kg)	Small tactical formations as platoon, single operator	Up to 61 m.	5 km (LOS)	Platoon COM, single operator	Black Widow
	MINI (2-20 kg)	tactical formations as company, SQR, battle group	Up to 915 m.	25 km (LOS)	Company/SQR/Battle group COM	Skylark, Raven, Aladin, Strix
	SMALL >20 kg	tactical formations as BLN, BGR	Up to 1524 m.	50 km (LOS)	BLN/BGR COM	Luna Hermes 90
Class II (150 kg – 600 kg)	Tactical	Tactical Formations	Up to 3048 m.	200 km (LOS)	BGR COM	Spewer, Iview 250, Hermes 450, Aerostar, Ranger
Class III (>600 kg)	MALE	Operational	Up to 13716 m	Unlimited (BLOS)	JFC	Predator A и B, Hermes 900
	HALE	Strategic/National	Up to 19812 m	Unlimited (BLOS)	COM of Operation Theater	Global Hawk
	Strike/Combat	Strategic/National	Up to 19812 m	Unlimited (BLOS)	COM of Operation Theater	

Табл. 1. Класификация на БПЛА [12]

За експлоатирането на различните видове безпилотни летателни средства с дистанционно наблюдение ще е необходимо спешно въвеждане на правила за:

- Експлоатационни ограничения
- Изисквания към безпилотните летателни системи.
- Сертифициране на екипажите и отговорностите им.

За работа с различните класове БПЛА ще са необходими различни специфични оперативни умения при управлението им. А за граждански и индустриални нужди ще е необходим и (външен) екип(аж) от един или няколко оператори(пилоти) на летателното средство и оператор на приложението и други специалисти. Летателните средства освен със собствена камера, ще са оборудвани, с втора камера/фотоапарат и/или и с други измервателни уреди. Това налага използването и на втори радиоканал за връзка. При определени условия това може да бъде и обикновена връзка през мобилен телефон. Очертава се изискванията за задължителното сертифициране на операторите на тези средства да бъде различно за различни класове. Ясна е необходимостта от две(три) специалности: оператори на летателните средства, оператори на приложната апаратура, които могат да бъдат обединени в технологична експлоатация на БПЛС (пилоти), а така също и техническа експлоатация на безпилотни летателни комплекси. Необходимо е въвеждане на нови образователни програми по тези специалности в Техническите университети.

Подготовка на изискванията към БПЛА и техните пилоти за нуждите на енергетиката при провеждане на процедури па ЗОП.

С високи темпове върви използването на такива средства в цял свят. В 32 държави произвеждат 250 вида безпилотни летателни средства. Производители има в над 40 държави.

Всяка висока технология, независимо от това дали се отнася към техника (енергетика, комуникации и др.), финансите, организационни дейности и т.н. се явява технология с двойно предназначение, която може да се използва и за граждански и за военни цели.

При използването на БПЛА обследване на енергийни обекти има и ред специфични изисквания.

Повреда на енергийно съоръжение може да доведе до съществени загуби, както за консуматорите така и за разпределителните, преносните и генериращи предприятия. В най-тежкия случай може да доведе до системна авария. При работа с БПЛ средства непреднамерено и при условие, че няма разработени зони за забрана или летене на такъв тип летателни апарати около тях, неправилни действия на оператори или повреда на летателно средство може да доведе до повреда и авария на енергийно съоръжение. А един порив на вятъра може да изпрати БПЛА в/у съоръжения под напрежение с всички произтичащи от това последствия.

Има още някои специфични особености в енергетиката, които трябва да се имат предвид при определяне на условията и реда на летене на безпилотни системи в близост до енергийни обекти

- Присъствието на безпилотното летателно средство (състоящо се от сложна система от диелектрици и проводящи материали) в **електрическото и магнитно поле в близост до токопроводящи елементи** (напр. на ВЕЛ) водят до неговата промяна и възможно и до нарушаване на изолационното разстояние в т.ч. до пробой и к.с.

- Радиосмущения - високоволтовите линии се явяват източници на постоянни смущения, които могат да влошат качеството на връзката м/у апарата и пилотите.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Зони, наредби, стандарти, правила

Ето, защо операторите на енергийни съоръжения (лицензиантите) е необходимо **спешно да определят различните видове зони около енергийните съоръжения.**

Забранителни, където никога не се допуска летене в нея.

Зони, в която не се допуска летене без специално разрешение и зоните разрешено летене около тях.

Профил на зоната и нейните размери.

Интегриране на тези зони в общото въздушно пространство.

Отработване и съгласуване на процедура за допуска до и летене в тези зони.

Промяна на закона и съотносимите наредби и инструкции с цел отчитането на спецификата на новите летателни апарати.

Тези зони и процедури за използването им са толкова повече необходими предвид отсъствието на системи за предупреждения и предотвратяване от сблъсък и липса на интелигентни системи за управление на много от произведените БПЛА. Висока е вероятността от неконтролируемо падане със съответните последствия.

Дроновете идватвъпроса е готови ли сме да техният полет.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. ЗАКОН за гражданското въздухоплаване (2014 г.) и други съотносими нормативни актове.

[2] Amazon: Revisiting the Airspace :model for the Safe Integration of Small Unmanned Aircraft Systems

[3]. Adabo, G. J., Long Range Unmanned Aircraft System for Power Line Inspection of Brazilian Electrical System, Journal of Energy and Power Engineering, 8 (2014) 394-398,

[4] Adabo, G. J. Multi-Platform RPAS for Power Line Inspection, Divisao de Engenharia Eletronica Instituto Tecnologico de Aeronautica – ITA

[5] Deng Ch., Wang Sh., Huang Z., Tan Zh., Liu J., Sichuan University, China, Unmanned Aerial Vehicles for Power Line Inspection: A Cooperative Way in Platforms and Communications

[6] Rangel R.K., Kienitz K.H., Brandão M.P. , Sistema de inspeção de linhas de transmissão de energia elétrica utilizando veiculos aereos não-tripulados, 3-rd CTA-DLR Workshop on Data Analysis&Flight Controlq September, 2009, S.J. Campos, SP, Brazil

[7] Drones for Wind Turbine Inspection Unmanned Aerial Vehicles and Inspection Services for Wind Turbines: Global Market Assessment and Forecasts [Report Navigant Research]

[8] <https://www.indiegogo.com/projects/unmanned-aircraft-professional-association/>

[9] Валиев А. Первые шаги беспилотников в электросетевом комплексе России сп. ЭлектроЭнергия 6(9) 2011 г.

[9] Аркадьев В.Б. , Лалин О.Е., Лопота А.В.,....Блок детектирования гамма-излучения *для работы в составе* беспилотных летательных аппаратов легкого класса. УДК: 621.865.8-5:621.3.084.89

[10] Боев, Н.М., Способы повышения энергетической и спектральной эффективности цифровых систем связи беспилотных летательных аппаратов, Труды МФТИ, Радиофизика, радиотехника, связь, 2014, том 6, № 2

[11] Ильина Е.В., Растегняев Д.Ю., Опыт применения приборов ультрафиолетового контроля в электросетевой компании (на примере ОАО «МОЭСК») "Энергоэксперт", №4 - 2014.

[12] Калиберда И.В., Брюхань Ф. Ф. Дистанционные измерения радиационного загрязнения территорий с помощью беспилотного дозиметрического комплекса. Вестник МГСУ. 2012. № 4. С. 186—194

[13] Концепция за въздушно наблюдение и разузнаване с беспилотни летателни системи от

Въоръжените сили на Република България, Министерство на отбраната 2012 г.

[14] *Лебедев Д.Е.*, Методи аэродиагностики воздушных линий электропередачи высокого и сверхвысокого напряжений

[15] Мониторинг и инспекция с помощью БПЛА в энергетической сфере ТЕХНИСЕРВ, Русия

[16] Неद्याлков Д. полк. проф. д.н., «Беспилотните летателни апарати в интерес на цялото общество» семинар «БЛС-нормативна база приложение развитие» RPAS 16.04.2015, София

[17] Петров В.П. “Малоразмерные беспилотные летательные аппараты. Возможности и перспективы *использования* для мониторинга объектов и территорий” ОАО “Газпром космические системы

[18] *Флягин Ю.В.* Беспилотные летательные аппараты для мониторинга линий электропередачи.

[19] Задачи. Вопросы. Основные подходы к применению ЗАО «Центр Инфраструктурных Проектов» г. Москва,

[20] Фирмени интернет страници производители на БПЛА.

За контакти:

Инж. Валентин Велчев msc, “Енерго и компютърни системи” Ltd,
e-mail: eks.ltd@mail.bg phone. +359 877 893 101

Докладът е рецензиран.