

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ БЕЗПІЛОТНИХ ЛЕТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПРОВІДНИХ КРАЇН СВІТУ

В даній роботі проаналізовані можливості безпілотних летальних апаратів (БПЛА) провідних країн світу. Відмічено, що з появою середніх та малих безпілотних летальних апаратів задачі протидії їм суттєво актуалізувалися. Починаючи з середини 2000-х років у засобах масової інформації почали з'являтися повідомлення про небезпеку використання малих безпілотних летальних апаратів у районах аеропортів, а з середини 2010-х років їх почали використовувати для ведення несанкціанованого стеження за важливими об'єктами військового призначення, проведення терористичних актів та диверсій, для транспортування заборонених вантажів (зброї, наркотиків та різноманітної контрабанди). В даній роботі відмічено, що в провідних країнах світу почалися активні наукові розробки даного напрямку дослідження. При цьому дана проблематика є відносно новою, тому що одна з перших праць про використання безпілотних летальних апаратів відноситься до 2008 року. А масові наукові публікації по їх використанню відносяться до 2016-17 років. В сучасній науковій літературі провідних країн світу були введені основні напрямлення досліджень. Розроблені та впроваджені в наукових публікаціях спеціальні терміни. На початку епохи використання БПЛА (на початку 2000-х років) з'явилася задача аналізу їх можливостей та протидії їм. Задача протидії БПЛА вирішувалася виключно засобами ураження зенітно-ракетних комплексів протиповітряної оборони (ЗРК ППО). В теперешній час військові науковці з'ясували, що пряме знищення масованого нальоту БПЛА засобами ЗРК ППО економічно недоцільне, за рахунок невикористаної високої вартості засобів ураження ЗРК, та веде до швидкого витрату бойового ресурсу ЗРК. У зв'язку з цим в теперешній час широко досліджуються нові засоби протидії БПЛА, а саме: використання засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), використання засобів направленої випромінювання енергії - лазерної зброї, а також сумісного використання засобів РЕБ та ЗРК.

Ключові слова: безпілотний летальний апарат, ймовірність, розвідка, маскування, протидія, виявлення, ефективність, терористичні угруповання, провідні країни світу.

Вступ. На сучасному етапі розвитку новітніх технологій виготовлення провідних країн світу з'явилася можливість використовувати їх для вирішення широкого спектру задач: спостереження (розвідки), нанесення ударів, транспортування вантажів, коригування інших засобів ураження, передача даних розвідки, а також проведення автономних дій по заделегідь закладеної програмі [1]. Терористичні угруповання, які проводять протизаконну діяльність, використовують БПЛА для вирішення слідуючих задач: доступ за периметр охороняємих об'єктів та ведення там спостереження; знищення особового складу; транспортування саморобних вибухових пристроїв; нанесення ураження об'єктам інфраструктури; транспортування заборонених засобів та закидання їх на військові об'єкти; перешкоджання повітряному руху в аеропортах. Основними перевагами БПЛА провідних країн світу, які ускладнюють задачу їх виявлення та протидії, є: можливість віддаленого виконання завдання по знищенню озброєння та військорвої техніки, із забезпеченням інформацією оператора про хід виконання завдання у реальному масштабі часу; використання широкого спектру малогабаритних цільових навантажень на сучасній елементній базі; можливість тривалого баражування над зоною бойових дій, а також самостійного ураження засобів ППО; низка можливість виявлення БПЛА у радіолокаційному та оптичному діапазонах, за рахунок малих масогабаритних характеристик, у порівнянні з пілотуємою авіацією; можливість здійснювати маневри з високими перевантаженнями та використання

режимів польоту, які знижують ефективність їх виявлення існуючими та перспективними засобами ППО; малі геометричні розміри БПЛА, що забезпечують малу ймовірність ураження снарядами зенітної артилерії, та зенітними керуємими ракетами; забезпечення відносно несподіваностю їх з'явлення в зоні боєвих дій, за рахунок низького рівня шуму роботи їх двигунів, а також за рахунок польоту в режимі “радіомовчання” до виходу їх у зону безпосереднього бойового використання [2].

Аналіз останніх досліджень. Аналіз публікацій в області розкриття можливостей використання та протидії БПЛА показує, що серйозних робіт по даному науковому напрямку доволі мало. Основні дослідження роблять оптимістичні висновки відносно успішності ураження всіх видів БПЛА провідних країн світу існуючими засобами протиповітряної оборони, але це не завжди відповідає дійсності. Існують наукові твердження авторів про високі можливості боротьби з БПЛА засобами РЕБ [1-4]. Існують також багато авторів, які стверджують, що задачі протидії БПЛА засобами ППО та РЕБ недостатньо ефективні. Разом з цим, проблема протидії БПЛА, особливо з малими БПЛА, є дуже складною, багатогранною та до сьогоднішнього часу ефективно не вирішеною [5-9].

Мета статті. В роботі проведено аналіз різноманітних можливостей використання БПЛА провідних країн світу та пошук шляхів ефективної боротьби з ними. Актуальність розгляду завдання протидії БПЛА підтверджується великою кількістю наукових робіт за даним науковим напрямком.

Виклад основного матеріалу. Сучасні БПЛА провідних країн світу розглядають по їх масогабарітним характеристикам, швидкістю польоту, а також по призначенню і цільовому використанню. Американська класифікація БПЛА представлена в табл. 1. Західноєвропейська класифікація, у табл. 2. Російська класифікація представлена в табл. 3.

Таблиця 1.

Американська класифікація БПЛА

Класифікаційний тип	Маса, кг	Висота польоту, км	Швидкість, км/год	Приклади
I	0-9	До 0,365	До 185	RQ-11 Raven, RQ-20 Puma, Wasp III, RQ-16 T-Hawk
II	9,5-25	До 1,7	До 460	ScanEagl
III	Більш 600	До 5,5	Не визначено	RQ-2 Pioneer, RQ-5 Hunter, RQ-7 Shadow, RQ-21 Blackjack
IV	Більш 600	До 5,5	Не визначено	RQ-1/MQ-1 Predator, MQ-1C Grey Eagle, X-47, YMQ-18 Hummingbird, MQ-8 Fire Scout
V	Більш 600	Понад 5,5	Не визначено	RQ-4 Global Hawk, MQ-9 Reaper

Таблиця 2

Західноєвропейська класифікація БПЛА

Класифікаційний тип	Середня висота польоту	Середній радіус дії, км	Середня дальність польоту	Приклади
Micro-UAV (мікро-БПЛА)	0,6	2	До 1	EMTAadin (Німеччина)
Mini-UAV або Close-Range UAV (міні-БПЛА або БПЛА ближнього радіусу дії)	До 2	До 10	Дор 2	Bird Eye 400 (Ізраїль)
Short-range UAV (БПЛА середнього радіусу дії)	До 3	50-150	До 6	Speiower (Франція)
Medium-range UAV (БПЛА середнього радіусу)	До 6	100-300	До 12	Hermes 450 (Ізраїль)
MALE (Medium-altitude, long-endurance) (середньовисотний БПЛА довготривалого польоту)	5-15	200-500	До 24	Patroller (Франція)

HALE (High-altitude, long-endurance) (висотний БПЛА довготривалого польоту)	Понад 9,1	глобальний	Понад 24	Global Hawk (США)
---	-----------	------------	----------	-------------------

Примітка: класи Short-range UAV та Medium-range UAV часто об'єднують в загальний клас TUAV (Tactical unmanned aerial vehicle) — тактичні БПЛА

Таблиця 3

Російська класифікація БПЛА

Класифікаційний тип	Взльотна маса, кг	Дальність дії, км
Нано-БПЛА ближнього радіуса дії	До 0,25	До 2
Мікро- та міні- БПЛА ближньоготрадіуса дії	До 5	25-40
Легкі БПЛА малого радіуса дії	5-50	10-70
Легкі БПЛА середнього радіуса дії	50-100	70-150 (до 250)
Середні БПЛА	100-300	150-1000
Середні важкі БПЛА	300-500	70-300
Важкі БПЛА середнього радіуса дії	500	70-300
Важкі БПЛА великої тривалості польоту	1500	1500
Беспілотні бойові літаки (ББС)	500	1500

У зв'язку з великою значимістю швидкості польоту БПЛА, при його знищенні засобами ППО, пропонується розглядати наступні типи БПЛА в залежності від їх швидкості польоту: малошвидкісні БПЛА - зі швидкістю польоту до 20 км/год, середньшвидкісні БПЛА - зі швидкістю польоту 150-400 км/год, швидкісні БПЛА - зі швидкістю 350-800 км/год. За призначенням розглядають наступні БПЛА багаторазового використання: розвідувальні, розвідувально-ударні, транспортні, носії засобів озброєння, розширюючі функціональні можливості носія, БПЛА, що розділюються, БПЛА - перехоплювачі; БПЛА одноразового використання: БПЛА - хибні цілі, барожуючі БПЛА (БПЛА-камікадзе), розвідувально-ударні (БПЛА-камікадзе), БПЛА перехоплювачі [3]. У відповідності до кількості одночасового використання БПЛА, вони підрозділяються для одиночного та групового використання. У відповідності з рівнем військового управління БПЛА розглядаються як стратегічні, оперативно-тактичні та тактичні. За досвідом військових вчених найбільш складними по відношенню до протидії їм є малі БПЛА (малогабаритні та малошвидкісні) [4]. До додаткових факторів, що заважають ефективній протидії, відносяться такі БПЛА: БПЛА, що використовують змінну траєкторію польоту, БПЛА, в конструкцію яких закладені пластикові та композиційні матеріали, що слабо відбивають електромагнітне випромінювання та мають малу ефективну відбиваючу поверхню; БПЛА, що використовують для управління не окремі засоби зв'язку, а існуючі мережі зв'язку мобільних операторів та точок доступу Wi-Fi [5].

Застосування малих БПЛА використовується у військових підрозділах та терористичних угрупованнях. До складу БПЛА входять наступні основні системи: планер (несуча конструкція), установка двигуна, система електропостачання, система управління, навігаційна система, телеметрична система, система радіозв'язку. В залежності від задач, що вирішуються, на борту БПЛА можуть бути встановлені додаткові системи та пристрої: системи оптико-електронної, телевізійної, радіолокаційної, радіо- та радіотехнічної, радіаційної, хімічної, бактеріологічної та інших видів розвідки з малогабаритними накопичувачами розвідданих; засоби постановки активних радіоелектронних перешкод; засоби наведення і корекції керуємої зброї (підсвічування цілей); засоби ураження різних типів; засоби управління та зв'язку з наземним пунктом керування; відповідач системи розпізнавання; апаратура автономного польоту з автоматичною посадкою; транспортні касети. Двигуни малих БПЛА літакового типу представляють з себе турбовинтовий двигун. Разом з тим, в останній час почали застосовуватися у БПЛА двигуни елікоптерного типу, так звані "мультикоптери", "квадрокоптери", "дрони". Для даних БПЛА характерно використання установки принципово нового типу на основі використання чотирьох, шести або більшої кількості двигунів. Керування двигунами здійснюється за допомогою завдання напруження та швидкості обертання гвинтів через

підключені до них електронних регуляторів швидкості. На вход регуляторів подається напруга з акумулятору та керуючі сигнали з мікроконтролера [6]. Збільшення числа оберту гвинтів в одиницю часу забезпечує взліт, зменшення кількості обертів - посадку. Для стабілізації руху БПЛА одна пара гвинтів завжди обертається за ходом годинної стрілки, друга пара - проти. Цим компенсується обертовий момент. По засобам управління БПЛА розрізняють на автономні, напівавтономні та керовані. В теперешній час отримали широке впровадження схематичні рішення, в яких бортовий комп'ютер та основні контролери системи керування виконані на єдиній платі у закритому захисному корпусі [7]. При цьому бортовий комп'ютер представляє з себе мікропроцесор, а окремі контролери - мікросхеми, що можуть бути запрограмовані з урахуванням особливостей функціонування конкретного зразка бортового радіоелектронного обладнання. Дуже важливим для більшості БПЛА є те, що основні функції про прийняття рішення реалізуються не на борту, а на пульті управління людиною-оператором. Це рішення про профіль польоту, варіантах досягнення цільового завдання, обробка розвідувальних даних від бортового обладнання. Разом з тим, сучасний розвиток теорії штучного інтелекту та теорії управління групами БПЛА, збільшення можливостей обчислювальних засобів привело до того, що з'явилися проекти, націлені на створення бібліотек з відкритим спеціальним кодом в області машинного зору та штучного інтелекту, що самі вирішують напрямок подальшого удосконалення БПЛА [8]. Сучасна навігаційна система БПЛА може мати різний рівень складності та враховувати декілька сигналів для визначення місця знаходження БПЛА. Ці сигнали поступають від датчиків різної фізичної природи. Таким чином, на сучасному етапі розвитку навігаційних систем малих БПЛА, для розрахунку траєкторії польоту з необхідною точністю, вимагається використання багатьох сигналів. Додатковими засобами підвищення автономності та точності навігаційних систем БПЛА є встановлення барометрів та лазерних висотомірів. Це обладнання дозволить значно підвищити точність визначення координат за рахунок використання додаткових каналів комплексування навігаційних даних, а також сформувані профілі автономного польоту БПЛА по електронним картам місцевості, що мають барометричні дані та висотні профілі. Треба відмітити, що швидкий розвиток БПЛА провідних країн світу прискорює удосконалення їх навігаційного обладнання. Системи радіозв'язку БПЛА проєдставляє з себе сукупність різноманітних ліній, за допомогою яких передаються дані різного типу та рівня важливості. Ці лінії зв'язку можуть працювати в різних частотних діапазонах, використовувати різні режими з ретрансляцією та без неї, використовувати різні сигнальнокодові конструкції, що спеціально адаптовані до типу та важливості передаваної інформації. Характеристики системи радіозв'язку БПЛА дуже важливі для організації протидії ним шляхом радіоелектронної боротьби [9]. Для підвищення ефективності використання БПЛА провідних країн світу їх застосовують великими групами. Розробка теоретичних основ групового використання є логічним продовженням ідеї досягнення більш потужних результатів малими витратами сил та засобів. Основними завданнями використання групи БПЛА є: підвищення ймовірності та ефективності виконання бойового завдання за рахунок багатократного доблювання функції і спеціалізації окремих БПЛА в групі; виснаження ресурсів засобів ураження, за рахунок примусу її до протидії великій кількості цілей в умовах, що перевищують їх бойові можливості; маскування напрямку і засобів нанесення основного удару; дезорганізація системи управління, виявлення і цілерозподілення за рахунок відволікання засобів ураження на багато другорядних однотипних цілей; імітація масованого використання основних засобів озброєння, формування віртуальної повітряної обстановки; деморалізація та підрив волі особового складу противника. З метою відпрацювання технологій використання груп БПЛА проводяться наукові дослідження на математичних моделях і натуральних макетах, і в реальних бойових діях [10].

Висновки та напрямки подальших досліджень. Таким чином, аналіз можливостей використання БПЛА провідних країн світу та протидії їм показав, що більшість їх застосовуються для вирішення задач розвідки. У зв'язку з цим особу увагу необхідно приділити засобам, направленим на підвищення маскування озброєння та військової технікою. Дані засоби носять пасивний характер та орієнтовані не на протидію безпосередньо БПЛА, а

на введення в оману засобів розвідки розташованих на БПЛА, шляхом використання різноманітних видів маскуванню, застосування маскуючих димов та аерозолів, використання системи хибних позицій вмілим та розумним використанням захисних властивостей місцевості [11]. Подальші наукові дослідження повинні бути присвячені підвищенню ефективності протидії розвідувальній апаратурі БПЛА з метою недопущення отримання об'єктивних даних аерофотозйомок, розвідки частотно-технічних характеристик випромінюючої радіоелектронної апаратури, ведення оптичного спостереження та передання відеозображення, а також вони повинні знаходитись в площині розробки теоретичних матеріалів та методик обґрунтування необхідності створення загальної системи боротьби з БПЛА, при цьому особливу увагу необхідно звернути на удосконалення складу сил та засобів загальної системи боротьби, визначення порядку взаємодії часткових систем та розробкою критеріїв оцінки ефективності роботи загальної системи боротьби з небезпечною зброєю сучасних війн [9]. Особливу увагу необхідно приділити використанню інженерного обладнання позицій військових частин та підрозділів, підвищити ефективність використання маскувальних властивостей місцевості з метою забезпечення таємності переміщення військ, своєчасно готувати маршрути руху з урахуванням природних особливостей, та полів невидимості, утворених складками місцевості або місцевими предметами, екранування зразків ОВТ металевою сіткою (для розсіювання кумулятивної струї) [12]. Обов'язково обладнувати хибні позиції на відстані 1-3 км від реальних. На місцях хибних позицій періодично здійснювати вогневу діяльність, ведення радіообміну з використанням різних засобів зв'язку, залишати сліди життєдіяльності, періодично переміщувати макети ОВТ, активно застосовувати табельне аерозольне маскуванню, вогонь з ОВТ вести виключно із посадок, галявин лісу, щоб ускладнити пряме влучання, після кожної стрільби здійснювати внутрішньо-позиційний маневр, здійснювати скритне підвезення босприпасів та переміщення підрозділів, у разі виявлення БПЛА залишити бойову машину.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Дудуш А.С., Тютюнник В.О., Резніченко О.А., Гогонянц С.Ю. «Сучасний стан та проблеми протидії маловисотним, низькошвидкісним та малорозмірним БПЛА» – <http://sit.nuou.org.ua/article/download/159095/158399>
2. Меньшаков Ю.К. Теоретические основы технических разведок. М.: Изд- во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008.
3. Евтодьева М Г., Целицкий С.В. «Беспилотные летательные аппараты военного назначения: тенденции в сфере разработок и производства» - https://www.imemo.ru/files/File/magazines/puty_miru/2019/02/09
4. Alexeev Alex. «Настоящее и будущее беспилотной авиации» [https://topwar.ru/89642-Часть 1 Военное обозрение.](https://topwar.ru/89642-Часть-1-Военное-обозрение.-2016) – 2016.
5. Растопчин В.В. «Ударные беспилотные летательные аппараты и противовоздушная оборона – проблемы и перспективы противостояния»; «Стандарт НАТО AJP-3.3.1(8). ALLIED JOINT DOCTRINE FOR AIR AND SPACE OPERATIONS. 2016»;
6. Корольов Р.В., Растопчин. В.В. «Аналіз сучасних засобів знищення безпілотних літальних апаратів», [Електронний ресурс] <https://www.ukrmilitary.com/2017/>
7. Алімпієв А.М., І. Кушнір І., Васюта К.С. «Застосування досвіду АТО для підготовки фахівців зв'язку РТЗ та ІС:», навчальний посібник. Харків: Університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба. 2016. С. 322-324.
8. Білецький І.Г, Андронов В.В. «Особливості застосування безпілотної розвідувальної авіації в сучасних воєнних конфліктах»: Навчальний й посібник. Системи озброєння і військова техніка. Харків: Університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба. 2010. С. 118-124.
9. Мосов С.П., Хорошилова С.Й. «Особливості застосування оперативно-тактичної безпілотної розвідувальної авіації у воєнних конфліктах ХХ століття»: Збірник наукових праць. Київ: Центр воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України ім. І. Черняховського. 2018. № 2(63). – С. 104-109.

10. Мосов С.П., Хорошилова С.Й. «Особливості застосування стратегічної безпілотної розвідувальної авіації у воєнних конфліктах ХХІ століття»: Збірник наукових праць. Київ: Центр воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України ім. І. Черняхівського. 2018. № 3(64). С. 97-102.

11. Шулежко В.В., Доска О.М., Рогуля О.В. «Основні напрямки розвитку та застосування безпілотної літальних апаратів»: Збірник наукових праць. Харків: Харківський національний університет Повітряних Сил, 2010. № 4(26). С. 56-60.

12. Жарик О.М. «Досвід створення і застосування ударних БПЛА багаторазового використання»: Збірник наукових праць. Київ: Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2013. № 1(10). С. 30-38.

REFERENCES:

1. Dudush A.S., Tyutyunnyk V.O., Reznichenko O.A., Hogonyants S.Yu. "Current state and problems of countering low-altitude, low-speed and small-sized UAVs" - <http://sit.nuou.org.ua/article/download/159095/158399>

2. Menshakov Yu.K. Theoretical foundations of technical intelligence. M.: Izdvo MGTU named after N.E. Bauman, 2008.

3. Evtodyeva M. G., Tselitsky S.V. "Military drones: trends in development and production" - https://www.imemo.ru/files/File/magazines/puty_miru/2019/02/09

4. Alexeev Alex. "Present and future unmanned aviation" <https://topwar.ru/89642-> Part 1 Military review. - 2016.

5. Rastopchyn V.V. "Strike unmanned lethal devices and anti-aircraft defense - problems and prospects of confrontation"; "NATO standard AJP-3.3.1(8). ALLIED JOINT DOCTRINE FOR AIR AND SPACE OPERATIONS. 2016";

6. Korolev R.V., Rastopchyn V.V. "Analysis of modern means of destroying unmanned aerial vehicles", [Electronic resource] <https://www.ukrmilitary.com/2017/>

7. Alimpiyev A.M., I. Kushnir I., Vasyuta K.S. "Application of ATO experience for the training of RTZ and IS communication specialists", training manual. Kharkiv: Air Force University named after I. Kozheduba. 2016. pp. 322-324.

8. Biletsky I.G., Andronov V.V. "Features of using unmanned reconnaissance aircraft in modern military conflicts": Training and manual. Weapon systems and military equipment. Kharkiv: Air Force University named after I. Kozheduba. 2010. 118-124 p.

with.

9. Mosov S.P., Khoroshilova S.Y. "Features of the use of operational-tactical unmanned reconnaissance aircraft in military conflicts of the 20th century": Collection of scientific works. Kyiv: Center for Military and Strategic Research of the National Defense University of Ukraine named after I. Chernyakhovskyi. 2018. No. 2(63). – pp. 104-109.

10. Mosov S.P., Khoroshilova S.Y. "Features of the use of strategic unmanned reconnaissance aircraft in military conflicts of the 21st century": Collection of scientific papers. Kyiv: Center for Military and Strategic Research of the National Defense University of Ukraine named after I. Chernyakhovskyi. 2018. No. 3(64). pp. 97-102.

11. Shulezhko V.V., Doska O.M., Rogulya O.V. "Main directions of development and application of unmanned aerial vehicles": Collection of scientific papers. Kharkiv: Kharkiv National University of the Air Force, 2010. No. 4(26). pp. 56-60.

12. Zharyk O.M. "Experience in the creation and use of multi-use shock UAVs": Collection of scientific papers. Kyiv: Science and Technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine. 2013. No. 1(10). pp. 30-38/

ANALYSIS OF THE OPPORTUNITIES OF UNMANNED LETHAL VEHICLES OF THE LEADING COUNTRIES OF THE WORLD

This work analyzes the capabilities of unmanned aerial vehicles (UAVs) of the leading countries of the world. It was noted that with the appearance of medium and small unmanned lethal vehicles, the tasks of countering them became significantly more relevant. Starting from the mid-2000s, reports began to circulate in the mass media about the danger of using small unmanned aerial vehicles in airport areas, and from the mid-2010s they began to be used to conduct unauthorized surveillance of important military objects, to conduct terrorist attacks, acts and diversions, for the transportation of prohibited goods (weapons, drugs and various contraband). In this work, it is noted that in the leading countries of the world, active scientific development of this direction of research has begun. At the same time, this problem is relatively new, because one of the first works on the use of unmanned aerial vehicles dates back to 2008. And mass scientific publications on their use refer to the years 2016-17. In the modern scientific literature of the leading countries of the world, the main directions of research in these scientific directions of research were introduced. Special terms were developed and implemented in scientific publications. At the initial stage of using UAVs (in the early 2000s), the task of analyzing their capabilities and countering them appeared. The task of countering UAVs was solved exclusively by means of defeating anti-aircraft missile systems of air defense (air defense air defense systems). Currently, military scientists have found out that the direct neutralization of a massive UAV raid by means of anti-aircraft defense systems is economically impractical, due to the unreasonably high cost of anti-aircraft defense means. This leads to the rapid consumption of the combat resource of the air defense system. In this regard, new means of countering UAVs are being widely researched, namely: the use of electronic warfare (ERW), the use of directed energy radiation — laser weapons, as well as the combined use of EW and air defense systems.

Key words: unmanned lethal vehicle, probability, intelligence, camouflage, countermeasure, detection, effectiveness, terrorist groups, leading countries of the world.

