

УНТЦ, Київ

Безпілотні апарати

Анджело Мінотті, PhD

24 травня 2019 р.

Зміст

Безпілотні літальні апарати

- Визначення
- Конфігурації та класифікація
- Застосування, переваги, недоліки та наслідки
- Чутливі технологічні розробки
- Приклади цивільних та військових дронів
- Сучасний стан
- Загрози
 - Нано-БПЛА і рої БПЛА
 - Засоби доставлення для біологічних та хімічних нападів

Визначення зброї масового знищення

РКРТ і пропозиції США

Інші непілотовані апарати

- Наземні системи
- Морські системи

Визначення

Безпілотний літальний апарат (БПЛА), інакше відомий як дрон, – це літальний апарат без людини-пілота на борту.

БПЛА є елементом безпілотної авіаційної системи (БАС), яка включає у себе БПЛА, наземний пункт управління і систему зв'язку між цими двома компонентами.

Керування польотом БПЛА може здійснюватися з різними ступенями автономності: дистанційно людиною-оператором або у цілком автономному режимі за допомогою бортових комп'ютерів



БПЛА: конфігурація (1/3)

Мультикоптери мають гвинтову конструкцію, яка характеризується наявністю одного або кількох гвинтів (загалом від мінімум трьох до максимум восьми), які, зазвичай, встановлюються на зйомних кронштейнах і дозволяють літальному апарату рухатися за принципом вертольоту.

Вони можуть зависати над певним місцем у повітрі (функція паріння), робити різкі повороти, летіти за косою лінією; рухи виконуються шляхом управління тягою і моментом окремих гвинтів.



БПЛА: конфігурація (2/3)

БПЛА з жорстким крилом подібні більше до літаків, аніж до вертольотів; у цих літальних апаратах пропелер виконує лише функцію вертикальної тяги, а великі крила дозволяють використовувати повітряні течії та потоки.



БПЛА: конфігурація (3/3)

Гібриди здатні літати (зазвичай, у мультикоптерній конфігурації) і пересуватися поверхнею на коліщатах



Класифікація: «UVS International» (2011)

Categoria	Acronimo	Raggio operativo [km]	Quota di volo [m]	Durata del volo [h]	MTOW [kg]	Operativo
Tactical UAV						
Nano	η	< 1	100	< 1	< 0,0250	Si
Micro	μ	< 10	250	1	< 5	Si
Mini	Mini	< 10	150 - 300	< 2	< 30	Si
Close Range	CR	10 - 30	3 000	2 - 4	150	Si
Short Range	SR	30 - 70	3 000	3 - 6	200	Si
Medium Range	MR	70 - 200	5 000	6 - 10	1 250	Si
Medium Range Endurance	MRE	> 500	8 000	10 - 18	1 250	Si
Low Altitude Deep Penetration	LADP	> 250	50 - 9 000	0,5 - 1	350	Si
Low Altitude Long Endurance	LALE	> 500	3 000	> 24	< 30	Si
Medium Altitude Long Endurance	MALE	> 500	14 000	24 - 48	1500	Si
Strategic UAV						
High Altitude Long Endurance	HALE	> 2 000	20 000	24 - 48	12 000	Si
Special purpose UAV						
Unmanned combat aerial vehicle	UCAV	1 500	10 000	2	10 000	Si
Lethal	LETH	300	4 000	3 - 4	250	Si
Decoy	DEC	0 – 500	5 000	< 4	250	Si
Stratospheric	STRATO	> 2 000	> 20 000 & < 30 000	> 48	Da definire	Si
Exo – stratospheric	EXO	Da definire	< 30 000	Da definire	Da definire	No
Space	SPACE	Da definire	Da definire	Da definire	Da definire	No

MTOW [кг]: максимальна злітна маса

Застосування, переваги, недоліки та наслідки

- Пристосовність до різних варіантів експлуатації (цивільних, військових, спостереження, дистанційного зондування тощо)
- Можливість точкового втручання
- Легкий монтаж конструкцій наземного допоміжного обладнання
- Можливість розмістити «пілотів» на відстані від ЛА
- Швидкість втручання
- У зонах високого ризику можуть використовуватися як витратні засоби (відсутність персоналу, а отже, нижчі вимоги до безпеки)
- Дешевизна

- Цілком новий засіб ведення розвідки (спостереження / стеження) і нова концепція зброї (менш видима, більш тендітна)
- **Особливо придатна для проведення мікронападів з застосуванням хімічної або біологічної зброї**
- **Особливо придатна для здійснення мікробухів**
- Значна затримка між часом застосування дронів і часом виявлення факту спостереження / стеження, ідентифікації та застосування заходів самозахисту
- Психологічний ефект для населення та військ
- Перегляд політичного балансу
- Нові види війни
- Нові види військових кораблів (призначених виключно для перевезення дронів)
- Нові види вантажних літаків (призначених виключно для перевезення дронів)

Розробка чутливих технологій

- Конструктивні матеріали та технології; аналіз впливу на конструкції
- Матеріали та технології «стелс»
- Виробництво, зберігання та розподіл енергії
- Технології фотонних/оптичних матеріалів та пристроїв
- Оптоелектроніка: лазери, оптика і супутні пристрої
- Сенсорні технології та компоненти
- Електронні компоненти
- Технології обробки сигналів
- Інформаційні технології
- Штучний інтелект і підтримка прийняття рішень
- Комп'ютерні технології
- Технології зв'язку

Приклади цивільних дронів

Маса 800г; максимальна висота 1км;
Корисне навантаження 250г; час автономної роботи 30хв.;
датчики (звичайні та теплові камери);
4 гвинти; габарити 60см x 60см



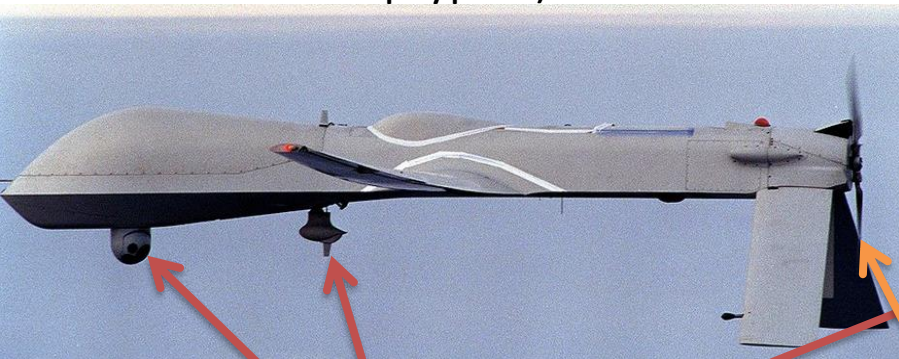
Маса 10,5кг; максимальна висота 4км;
Корисне навантаження 3кг; час автономної роботи 45хв.;
датчики (звичайні та теплові камери);
4 гвинти; габарити 2м x 2м



Приклади військових дронів

RQ-1 Predator

Розмах крил 14,8 м – довжина 8,2 м – крейсерська швидкість 135-160 км/год. – час автономної роботи 24 год. на точці за 926 км від бази – максимальна злітна маса: 952 кг – чотирициліндровий двигун Rotax 912 – корисне навантаження 204 кг (електрооптичні датчики, РЛС з синтезованою апертурою).



Відеокамера – теплова камера
Датчики – РЛС

MQ-9 Reaper, Hunter Killer surveillance

Розмах крил 20,1 м – довжина 10,8 м – висота 3,8 м – максимальна швидкість 445 км/год. – турбогвинтовий двигун 900 НР.



Гвинт

Боєкомплект

Сучасний стан (1/5)

- АЛЖИР (2)
- АРГЕНТИНА (14, ц + в)
- ВІРМЕНІЯ (1)
- АВСТРАЛІЯ (36, ц + в)
- АВСТРІЯ (2)
- АЗЕРБАЙДЖАН (1)
- БІЛОРУСЬ (3)
- БЕЛЬГІЯ (4)
- БОТСВАНА (1, в)
- БРАЗИЛІЯ (33, ц + в)
- БОЛГАРІЯ (5)
- КАНАДА (20, ц + в)
- ЧИЛІ (5, ц + в)
- КИТАЙ (>2000, ц + в)
- КОЛУМБІЯ (3)
- КОСТА РІКА (1, с)
- ХОРВАТІЯ (1)
- ЧЕХІЯ (7, ц + в)
- ЄГИПЕТ (8, ц + в)
- ЕСТОНІЯ (5, ц + в)
- ФІНЛЯНДІЯ (2)
- ФРАНЦІЯ (27)
- ГРУЗІЯ (1, ц)
- НІМЕЧЧИНА (25)
- ГРЕЦІЯ (12, ц + в)
- УГОРЩИНА (1, ц)
- ІНДІЯ (16, ц + в)
- ІНДОНЕЗІЯ (7)
- ІРАН (19, ц + в)
- ІРЛАНДІЯ (>3, ц)
- ІЗРАЇЛЬ (38, ц + в)
- ІТАЛІЯ (16, ц + в)
- ЯПОНІЯ (11, ц + в)
- ЙОРДАНІЯ (4)
- ЛАТВІЯ (2, ц + в)
- МАЛАЙЗІЯ (1)
- МЕКСИКА (6)
- НІДЕРЛАНДИ (4)
- НОВА ЗЕЛАНДІЯ (4, ц+в)
- НОРВЕГІЯ (8)
- ПІВНІЧНА КОРЕЯ (2)
- ПАКИСТАН (38, ц + в)
- ПАЛЕСТИНА (>2, в)
- ПЕРУ (2)
- ФІЛІППІНИ (3)
- ПОЛЬЩА (9)
- ПОРТУГАЛІЯ (7)
- РУМУНІЯ (9, ц + в)
- РОСІЯ (49, ц + в)
- САУДІВСЬКА АРАВІЯ (4)
- СЕРБІЯ (17, ц + в)
- СІНГАПУР (5)
- ПАР (4, ц + в)
- ПІВДЕННА КОРЕЯ (8, ц + в)
- ІСПАНІЯ (17, ц + в)
- ШВЕЙЦАРІЯ (5)
- ШВЕЦІЯ (8)
- ТАЙВАНЬ (3)
- ТАЇЛАНД (20)
- ТУНІС (7)
- ТУРЕЧЧИНА (21, ц + в)
- ОАЕ (3)
- ВЕЛИКА БРИТАНІЯ (45, ц + в)
- США (> 170, ц + в)
- В'ЄТНАМ (6)
- МІЖНАРОДНЕ СПІВРОБІТНИЦТВО (Франція/Швеція; Німеччина/Іспанія; ВБ/Іспанія тощо)

Число дронів
ц=цивільні; в=військові,
Просто число=невідомо, ц чи в

Сучасний стан (2/5)



Країни з дронами, за даними Федерального рахункового управління США, 02/2012

Сучасний стан (3/5)

5 основних інвесторів – як для військових, так і для комерційних застосувань

- США (>170)
- ІЗРАЇЛЬ (>38)
- КИТАЙ (>2000)
- ІРАН (19)
- РОСІЯ (49)

Інші значні інвестори у військові дрони:

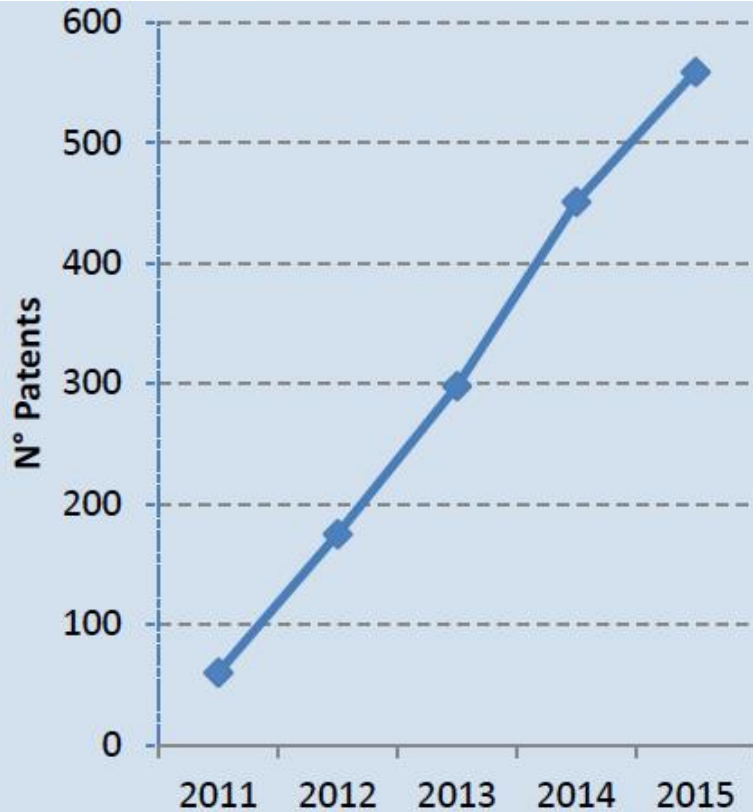
- ІНДІЯ (16)
- БРАЗИЛІЯ (33)
- ПАКИСТАН (38)
- ЄС (особливо Франція та Велика Британія) (>200)

Обсяг реалізації на наступні 2 десятиріччя > 100 млрд. € (лише Китай > 40 млрд. €)

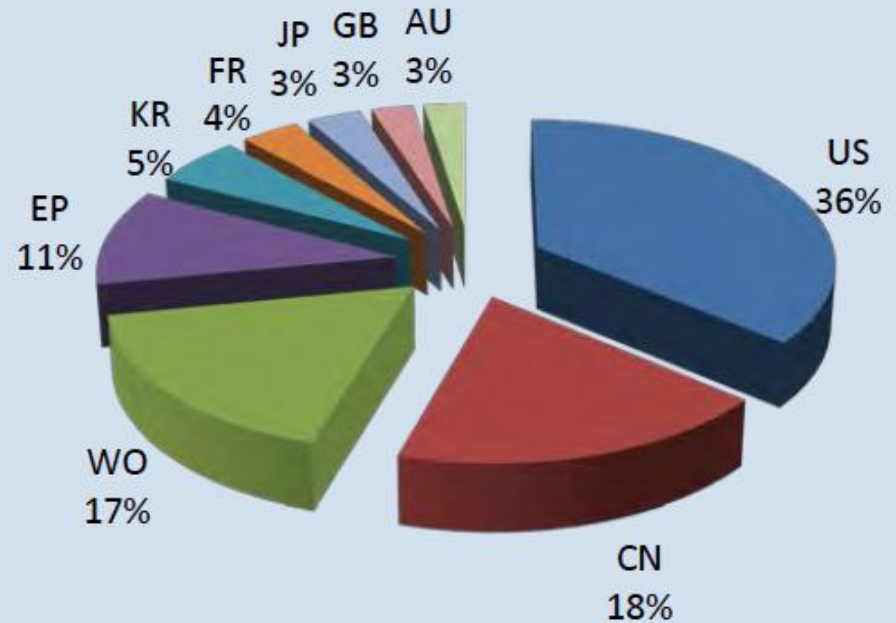
Робоча сила > 100 тис. (лише у комерційному секторі Китаю > 15 тис.)

Сучасний стан (4/5)

Патенти (1/2)



Trend of patents applications (2011-2015)

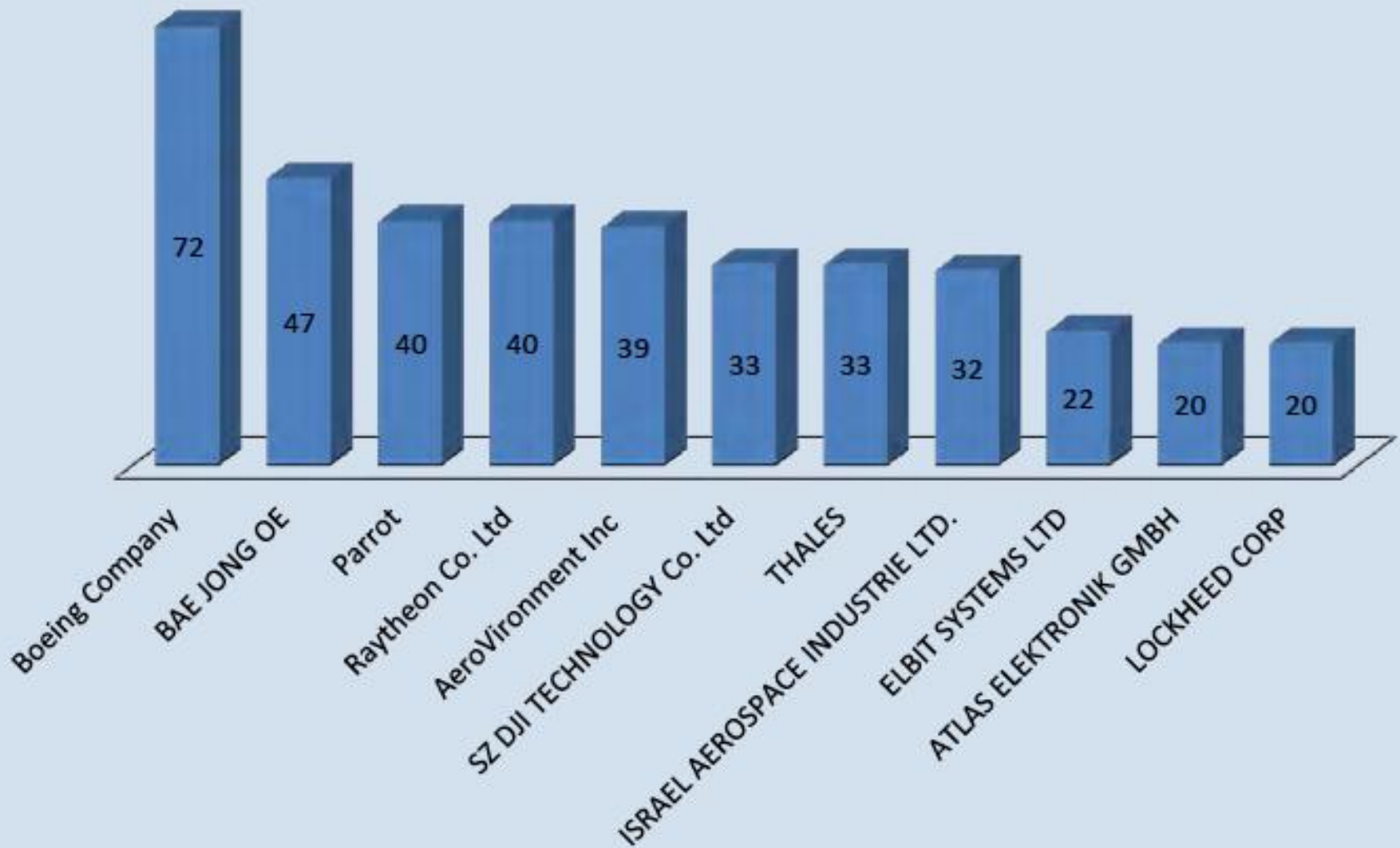


Patents Publication Country¹⁶

US: США, CN: Китай, WO: всесвітній патент, EP: європейський патент, KR: Південна Корея, FR: Франція, JP: Японія, GB: Велика Британія, AU: Австралія

Сучасний стан (5/5)

Патенти (2/2)



Відео

<https://www.youtube.com/watch?v=lo6V0NR7DN0>

Непілотовані літальні апарати як загроза

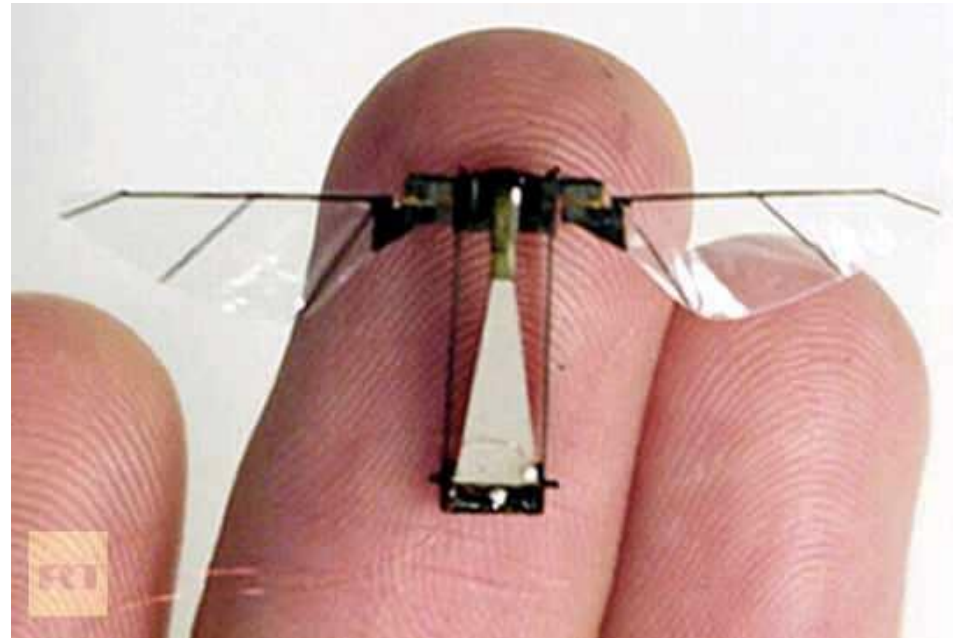
1) Нано-БПЛА і рої БПЛА

**2) Засоби доставлення для біологічних та хімічних
нападів**

Нано-БПЛА і рої БПЛА (1/4)



Маса: 18г
Автономність: 25хв.
Радіус дії <1,5км
Корисне навантаження:
відеокамера



Нано-БПЛА і рої БПЛА (2/4)

Мілітаризовані + повітряна розвідка



Нано-БПЛА і рої БПЛА (3/4)

Відео

<https://www.ugcs.com/en/page/droneshowsoftware>

<https://www.youtube.com/watch?v=TlO2gcs1YvM>

Нано-БПЛА і рої БПЛА (4/4)



Засоби доставлення для біологічних та хімічних нападів (1/9)

Біологічні агенти: бактерії, віруси та токсини

Бактерії:

- одноклітинні незалежні живі мікроорганізми
- не мають потреби інфікувати інші організми для розмноження
- подібно до багатоклітинних організмів, генетичним матеріалом (геномом) бактерії завжди є ДНК
- за рахунок спороутворення стають стійкими до несприятливих умов середовища (температура, вологість, кислотність)
- у минулому спори штаму сибірської язви використовувалися у якості зброї.

Токсин:

- речовина – часто мікромолекула або білок, – вироблена живим організмом (бактеріями, грибами або рослинами), отруйна для іншого живого організму
- не передається від одного організму до іншого, крім випадків зовнішнього зараження організму токсином
- завдяки стабільності зараження може відбуватися через органи дихання, органи травлення або через ін'єкцію

Вірус:

- інфекційний патоген, який складається з генетичного матеріалу у білковій оболонці
- має потребу інфікувати клітину господаря, щоб розмножуватися і створювати нові вірусні частинки
- генетичний матеріал (вірусних геном) може складатися з РНК або ДНК

Біологічні агенти: класифікація

Group	WHO[4]	NIH[5]	EU[6]	China[7]
1	A microorganism that is unlikely to cause human or animal disease.	Agents that are not associated with disease in healthy adult humans.	One that is unlikely to cause human disease.	Under normal circumstances, does not cause human or animal disease.
2	A pathogen that can cause human or animal disease but is unlikely to be a serious hazard to laboratory workers, the community, livestock or the environment. Laboratory exposure may cause serious infection, but effective treatment and preventive measures are available and the risk of spread of infection is limited.	Agents that are associated with human disease which is rarely serious and for which preventive or therapeutic interventions are often available.	One that can cause human disease and might be a hazard to workers; it is unlikely to spread to the community; there is usually effective prophylaxis or treatment available.	Can cause human or animal disease but under normal circumstances, it does not pose a serious hazard to people, animals or the environment, the risk of transmission is limited, Laboratory infection rarely causes serious illness with effective treatment and prevention.
3	A pathogen that usually causes serious human or animal disease but does not ordinarily spread from one infected individual to another. Effective treatment and preventive measures are available.	Agents that are associated with serious or lethal human disease for which preventive or therapeutic interventions may be available (high individual risk but low community risk).	One that can cause severe human disease and present a serious hazard to workers; it may present a risk of spreading to the community, but there is usually effective prophylaxis or treatment available.	Can cause serious human or animal disease. It is relatively easy to spread between people, animals and people, among animals, directly or indirectly.
4	A pathogen that usually causes serious human or animal disease and that can be readily transmitted from one individual to another, directly or indirectly. Effective treatment and preventive measures are not usually available.	Agents that are likely to cause serious or lethal human disease for which preventive or therapeutic interventions are not usually available (high individual risk and high community risk).	One that causes severe human disease and is a serious hazard to workers; it may present a high risk of spreading to the community; there is usually no effective prophylaxis or treatment available.	Can cause very serious disease in human and animal, including biological agents has not been found in China

Note: For ease of comparison, the category order of China is reversed.

doi:10.1371/journal.pone.0101163.t001

Засоби доставлення для біологічних та хімічних нападів (3/9)

Біологічні агенти: карта лабораторій РББ*-3 та РББ-4



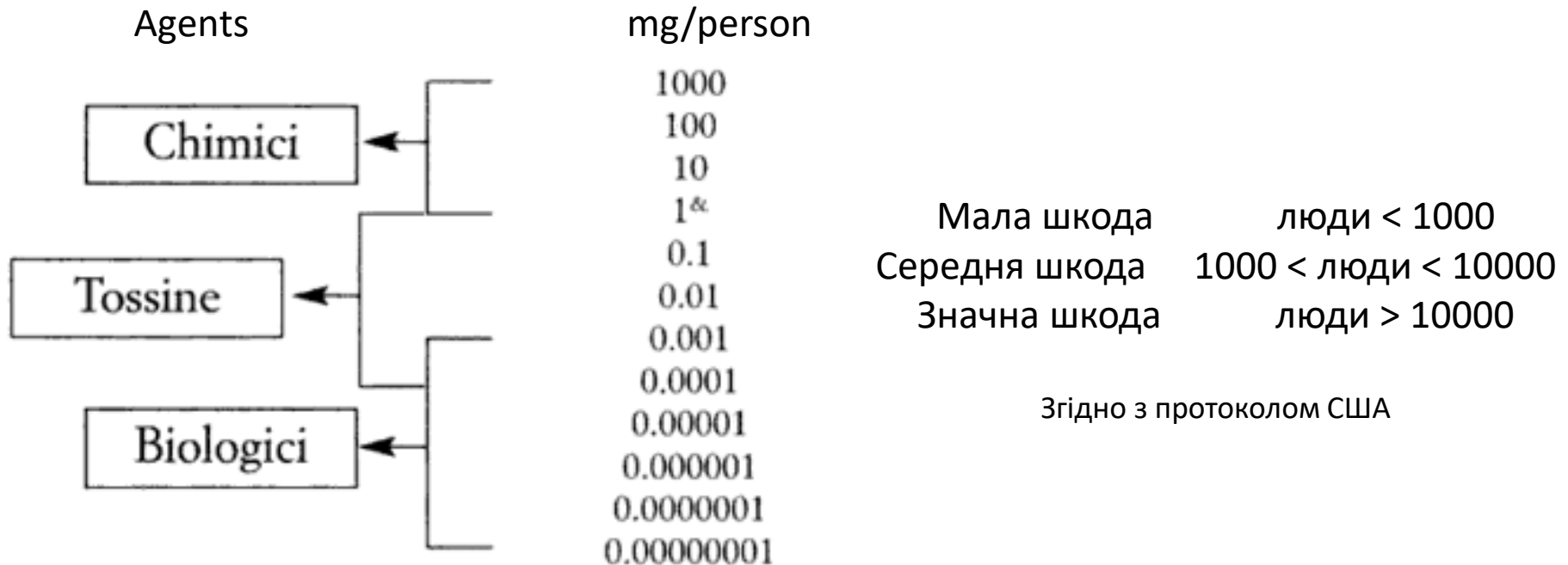
*РББ: рівень біологічної безпеки

РББ-3: вірус грипу

РББ-4: найнебезпечніші організми – Ебола та сибірська язва військового класу

Засоби доставлення для біологічних та хімічних нападів (4/9)

Біологічні агенти: пороги токсичності



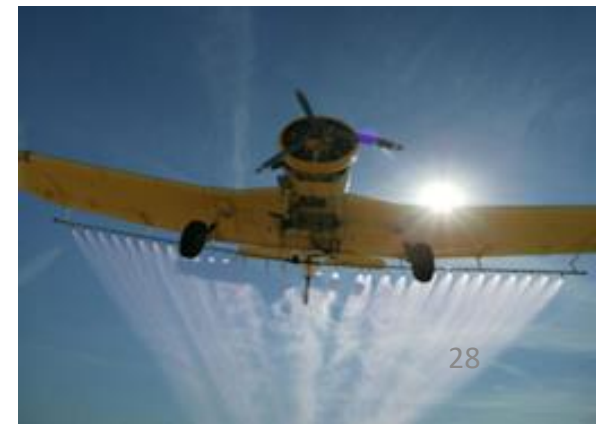
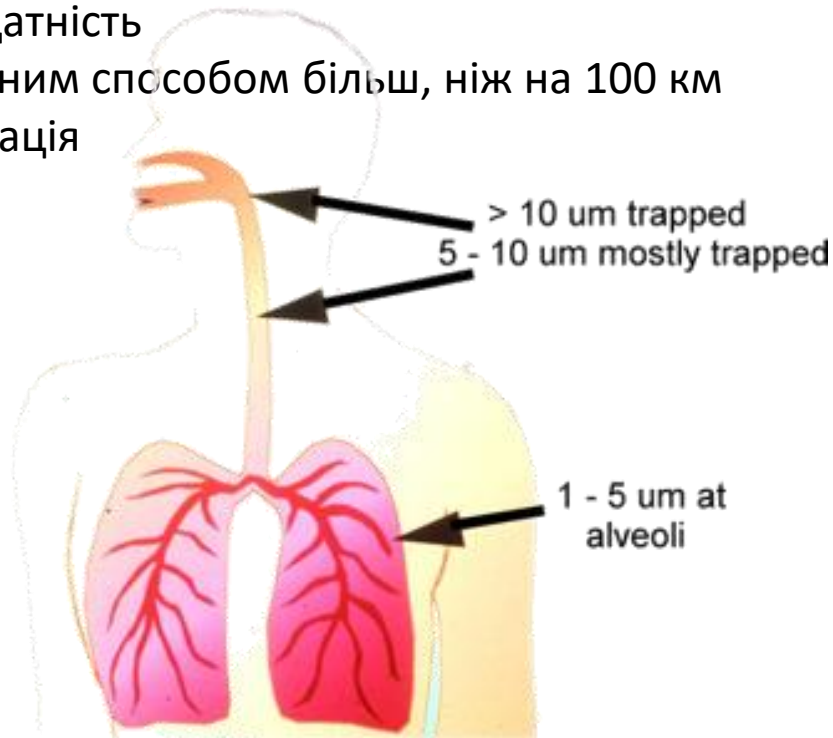
¹⁷ *Technologies Underlying Weapons of Mass Destruction*, Office of Technology Assessment, Washington, D.C: U.S. Government Printing Office, December 1993, p. 77.

Біологічний агент: чому сибірська язва?

- Спори СЯ легко знайти у природі (мертві тварини, наприклад, у Африці, Індії; існують ознаки на Сардинії)
- Можуть бути відтворені у лабораторних умовах (центрифуги та біореактори для середнього/високого рівня продуктивності) або у домашніх умовах (малі реактори/резервуари у терористичних цілях)
- Можуть існувати у навколишньому середовищі протягом тривалого часу (дуже витривалі)
- Легко зберігати
- Високий процент смертності > 50%
- Висока густина: 10^9-10^{10} спор/см³ (1100кг/м³)
- СЯ є ефективною зброєю, оскільки може бути поширена безшумно і таємно
- Мікроскопічні спори можуть бути змішані з порошками, аерозолями, їжею, водою (не мають запаху, смаку і, завдяки мікроскопічному розміру, є невидимими)
- Аерозоль – найнебезпечніший метод поширення («домашні» методи виготовлення аерозолів є менш ефективними, ніж лабораторні)
- СЯ раніше використовувалася у якості зброї (наприклад: Токіо, США)
- Поводження з СЯ не є надзвичайно складним (вірус Еболи вимагає набагато більшого досвіду)

Біологічні агенти: способи застосування

- Аерозоль – суміш твердих або рідких частинок і газу (розпилення)
- Зараження води, їжі, поверхні
- Вектори (комари, блохи...)
- Прямий контакт
- Дихальні шляхи: високоефективний шлях надходження (розмір $< 20 \mu\text{m}$)
- Важко виявити
- Висока проникна здатність
- Поширення природним способом більш, ніж на 100 км
- Повторна аерозолізація



Засоби доставлення для біологічних та хімічних нападів (7/9)

Біологічні агенти: способи застосування

Аерозоль більш небезпечний, ніж порошок, оскільки:

- він залишається зваженим у повітрі,
- порошок осідає на поверхні,
- вдихання набагато більш ефективно, ніж контакт зі шкірою (шкіра – природний бар'єр)
- порошок через більший розмір можна зупинити/відбити природними людськими фільтрами*/імунною системою (*волосся у носі тощо)

Засоби доставлення для біологічних та хімічних нападів (8/9)



Автономний дослідний дрон у Австралії розпилює гербіцид над бур'янами

Засоби доставлення для біологічних та хімічних нападів (9/9)



<http://theskyguys.ca/drones-outstanding-in-their-field/>

ЗБРОЯ МАСОВОГО ЗНИЩЕННЯ

Зброя масового знищення (ЗМЗ) – ядерна, радіологічна, хімічна, біологічна або будь-яка інша зброя, здатна заподіяти смерть або тяжкі ушкодження великій кількості людей або заподіяти **значну шкоду** техногенним об'єктам (наприклад, будівлям), природним об'єктам (наприклад, горам) або біосфері.

Що це означає?

Яка кількість людей, за яких умов?

Жодні угоди або акти звичайного міжнародного права не містять авторитетного визначення.

У США:

Військове визначення

Для загальних цілей національної оборони Збірка законів США визначає зброю масового знищення як:

- будь-яку зброю або будь-який пристрій, призначений або здатний заподіяти смерть або тяжкі тілесні ушкодження значному числу людей шляхом викиду, розповсюдження або впливу:
 - токсичних або отруйних хімічних речовин чи їх прекурсорів
 - хвороботворних організмів
 - радіації або радіоактивності

Для цілей попередження розповсюдження зброї Збірка законів США визначає зброю масового знищення як «хімічну, біологічну та ядерну зброю і хімічні, біологічні та ядерні матеріали, що використовуються для виготовлення такої зброї».

Визначення кримінального законодавства (цивільне)

З точки зору кримінального законодавства США щодо тероризму зброя масового знищення визначається як:

- будь-який «руйнівний пристрій», що визначається як вибуховий, запальний або газовий – бомба, граната, ракета з реактивним зарядом понад **чотири унції**, ракета з вибуховим або запальним зарядом понад **чверть унції**, міна або пристрій, подібний до будь-яких пристроїв, описаних у попередніх пунктах;
- будь-яка зброя, розроблена або призначена для заподіяння смерті або тяжких тілесних ушкоджень шляхом викиду, розповсюдження або впливу токсичних або отруйних хімічних речовин чи їх прекурсорів
- будь-яка зброя, що включає у себе біологічну речовину, токсин або вектор
- будь-яка зброя, призначена для вивільнення радіації або радіоактивності на рівні, небезпечному для людського життя.

Режим контролю ракетних технологій (1/2)

Режим контролю ракетних технологій (РКРТ) був утворений у квітні 1987 р. [Канадою](#), [Францією](#), [Німеччиною](#), [Італією](#), [Японією](#), [Великою Британією](#) і [США](#).

РКРТ був утворений, щоб обмежити розповсюдження непілотованих систем доставлення [ядерної зброї](#), зокрема, систем доставлення, здатних нести мінімальне корисне навантаження 500 кг на відстань принаймні 300 км.

CATEGORY I - ITEM 1

COMPLETE DELIVERY SYSTEMS

- 1.A.1 Complete rocket systems (≥ 300 km "range" & ≥ 500 kg "payload")
- 1.A.2 Complete unmanned aerial vehicle systems (UAVs) (≥ 300 km "range" & ≥ 500 kg "payload")
- 1.B.1 "Production facilities"
- 1.C. None
- 1.D.1 "Software"
- 1.D.2 "Software"
- 1.E.1 "Technology"

CATEGORY II - ITEM 19

OTHER COMPLETE DELIVERY SYSTEMS

- 19.A.1. Complete rocket systems (≥ 300 km range)
- 19.A.2. Complete UAV systems (≥ 300 km range)
- 19.A.3. Complete UAV systems
- 19.B.1. "Production facilities"
- 19.C. None
- 19.D.1. "Software"
- 19.E.1. "Technology"

Вироби I категорії, які входять до Додатків 1 та 2, є **найбільш чутливими**.

Якщо виріб I категорії входить до складу системи, ця система також буде відноситися до I категорії, крім випадків, коли такий виріб не можна відокремити, зняти або відтворити.

Вироби II категорії – інші позиції Додатку, які не відносяться до I категорії.

Режим контролю ракетних технологій (2/2)

Пропозиція США

*«Пропозиція, з якою виступають США, полягає у зміні положень таким чином, щоб **дрони відносилися до 2 категорії** – тієї, яка включає у себе найменш чутливі технології, незначні компоненти, вироби подвійного використання та інші пускові комплекси з меншим корисним навантаженням, з тим, щоб пом'якшити обмеження, які накладає РКРТ. Для цього США пропонують ввести поправку, яка передбачає перенесення до другої категорії усіх літальних апаратів, що мають швидкості менше 650 км/год., за умови окремого ухвалення кожного конкретного випадку. Це, безсумнівно, спростить експорт систем, які на даний час знаходяться під тягарем істотних обмежень»*

<http://formiche.net/2017/12/droni-usa-mtcr/>

Інші непілотовані апарати (1/7)

Наземні: Наземні роботизовані машини (НРМ)

Морські: Морські роботи (МР)

Інші непілотовані апарати (2/7)

Наземні: Наземні роботизовані машини (НРМ)

..Не лише безпілотні літальні апарати (БПЛА) міняють характер ведення війни, набуваючи все більшої складності і перебираючи на себе роль пілотованих апаратів. На підході також наземні роботизовані машини (НРМ). Так само, як і БПЛА, наземні версії спершу будуть використовуватися для брудної, небезпечної та рутинної роботи. Роботи, які допомагають знайти і знешкодити міни, вже використовуються, хоча й за принципом дистанційного керування... «the Economist», Now follow me 21 липня 2010 р.

- НРМ для знешкодження саморобних вибухових пристроїв (СВП)
- НРМ для розвідки, стеження і захоплення цілі (РСЗЦ)

Інші непілотовані апарати (3/7)

Різні конфігурації

- РСЗЦ (розвідка, стеження та захоплення цілі)
- СВП (саморобні вибухові пристрої) – знешкодження;
- Зв'язок
- Електронні засоби війни
- Бойові
- ХБРЯВ: хімічна, біологічна, радіологічна, ядерна зброя і вибухівка

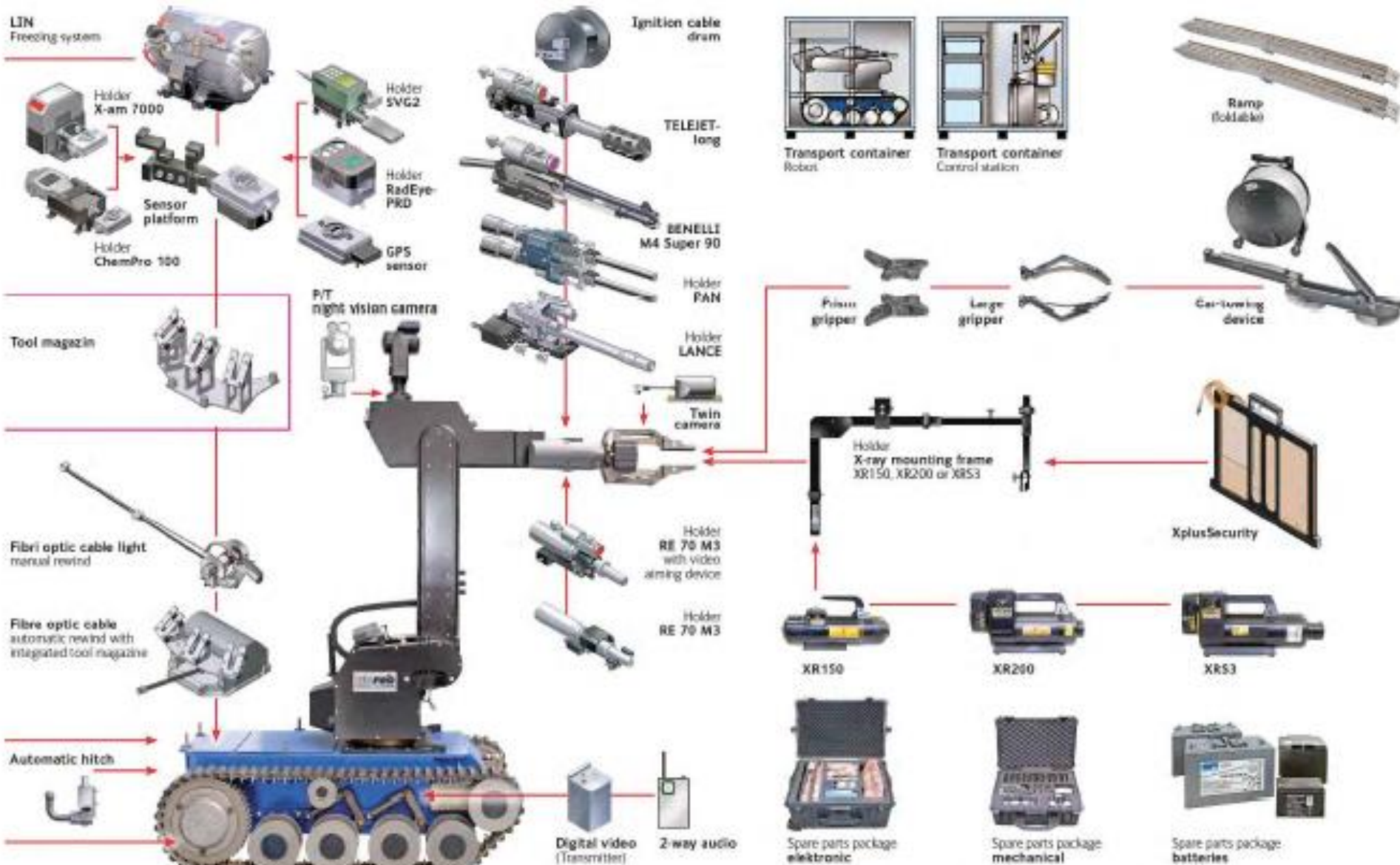


Інші непілотовані апарати (4/7)

ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ НРМ:

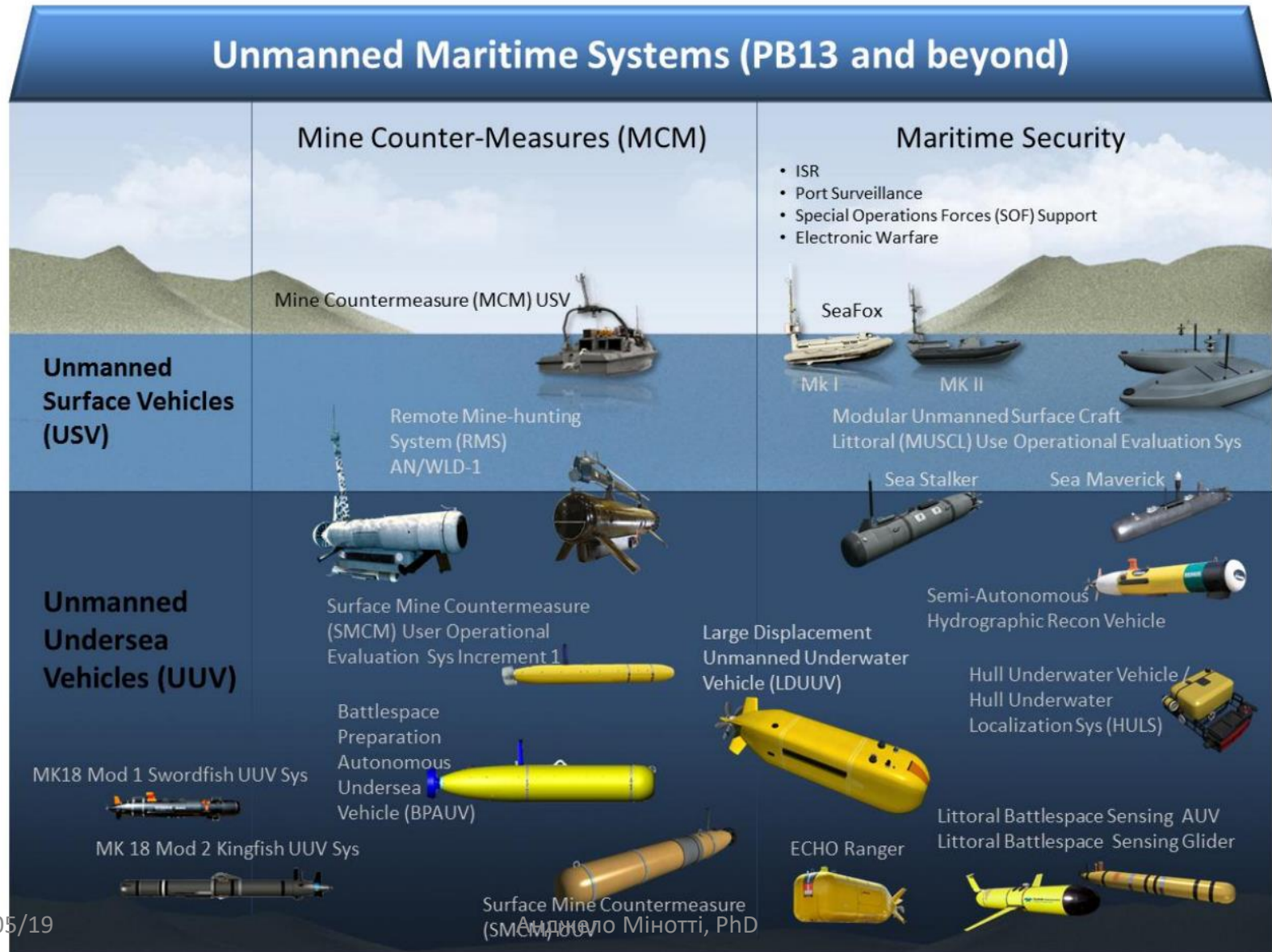
- ІЧ + електрооптична камера
- GPS
- Гіроскоп
- Направлена антена
- Безщітковий електродвигун
- Акумулятори (Li/ion)
- Оптиволоконний дріт
- Шасі (Кевлар)
- Гусениці (гума)
- Маніпулятори (AI)
- Водометний підривний пристрій (AI)
- Затискач (AI)
- Захищений ПК
- ПРИСТРОЇ ДЛЯ КОНКРЕТНИХ ВИДІВ ЗАСТОСУВАННЯ

Інші непілотовані апарати (5/7)

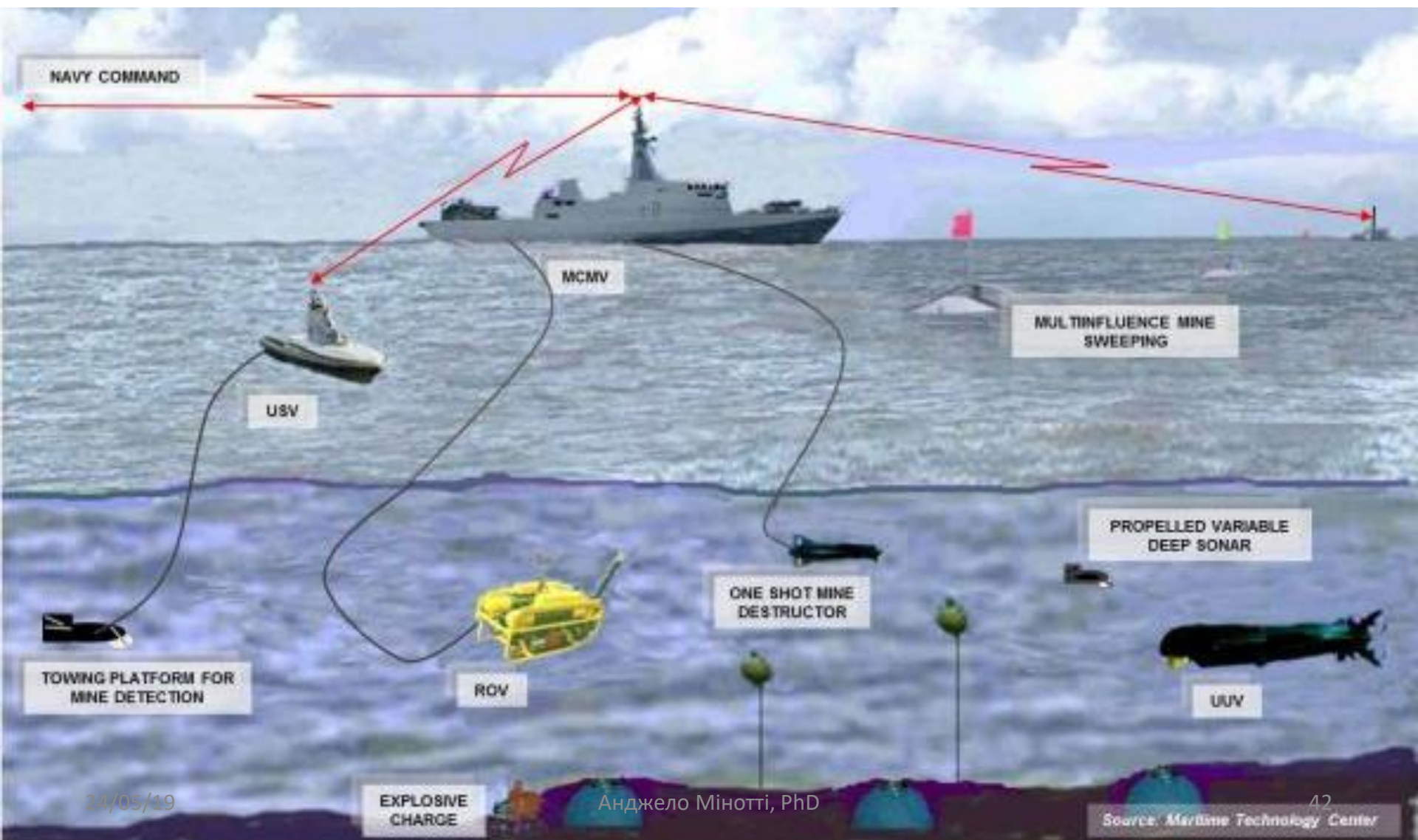


Інші непілотовані апарати (6/7)

Морські: Морські роботи (МР)



Інші непілотовані апарати (7/7)



Дякую