



«Радіаційний та хімічний захист»

**Використання безпілотних
роботизованих систем для проведення
радіаційної та хімічної розвідки**





«Радіаційний та хімічний захист»

**Використання безпілотних
роботизованих систем для проведення
радіаційної та хімічної розвідки**





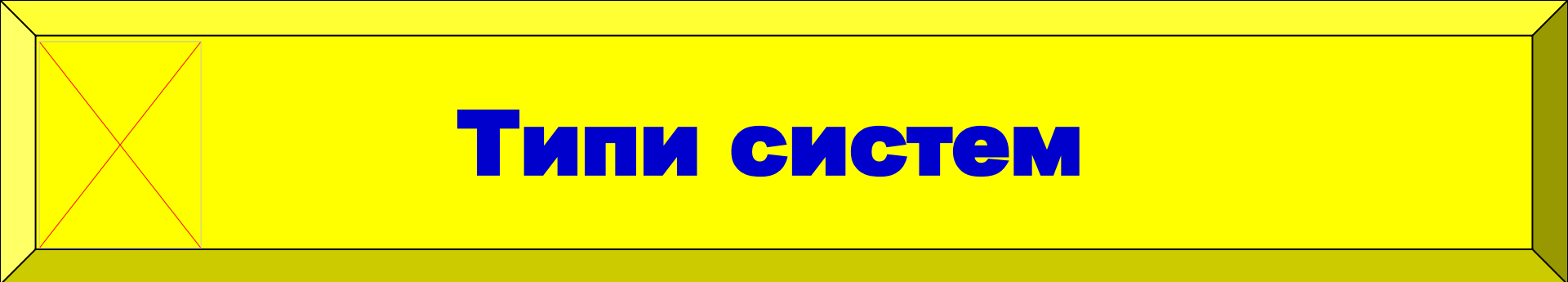
БРС

Використання безпілотних роботизованих систем (БРС) кардинально змінює підхід до радіаційної, хімічної, біологічної та ядерної розвідки (РХБЗ), оскільки дозволяє повністю виключити ризик для життя особового складу.



Основні аспекти застосування:

- 1. Типи системи**
- 2. Ключові можливості**
- 3. Переваги**
- 4. Технічні виклики**



Типи систем

- **Повітряні (БпЛА):** Дрони, оснащені легкими детекторами. Ідеальні для швидкого моніторингу великих територій, виявлення хмар зараження та побудови 3D-карт розповсюдження речовин.
- **Наземні (UGV):** Роботизовані платформи на гусеничному або колісному ході. Використовуються для детальної розвідки всередині будівель, завалів та промислових об'єктів, де важливо взяти фізичні проби ґрунту або води.



Ключові можливості

- **Дистанційне детектування:** Визначення потужності дози випромінювання та ідентифікація типу хімічних агентів у реальному часі.
- **Картографування:** Автоматичне створення цифрових карт заражених зон із прив'язкою до GPS-координат.
- **Забір проб:** Використання маніпуляторів для збору зразків, які потім передаються в лабораторію для детального аналізу.
- **Трансляція даних:** Передача відео у високій якості (включаючи тепловізійне зображення) для оцінки масштабів техногенних аварій.



Переваги

- **Безпека:** Оператор знаходиться на відстані від кількох сотень метрів до десятків кілометрів від епіцентру.
- **Швидкість:** Дрон може дістатися місця аварії швидше за розрахунок у важких захисних костюмах.
- **Точність:** Сенсори БРС можуть працювати в умовах нульової видимості або високої концентрації токсинів, де людина не здатна зосередитися.



Технічні виклики

- **Стійкість до радіації:** При високих рівнях випромінювання електроніка без спеціального захисту («загартування») може вийти з ладу.
- **Дезактивація:** Після використання самі роботи стають джерелом небезпеки і потребують ретельної хімічної або радіаційної очистки.

Повітряні (БпЛА) в радіаційній розвідці

Використання повітряних безпілотників (БпЛА) у радіаційній розвідці дозволяє здійснювати швидкий моніторинг без нараження особового складу на опромінення. Сучасні системи здатні не лише вимірювати потужність дози, а й створювати тривимірні карти радіоактивного забруднення в реальному часі.

Повітряні (БпЛА) в радіаційній розвідці

Ключові технологічні рішення (2024–2025)

- **Інтегровані спектрометри:** Сучасні дрони оснащуються гамма-спектрометрами (наприклад, на базі NaI(Tl)), які дозволяють не просто фіксувати радіацію, а й ідентифікувати конкретні ізотопи.
- **3D-картографування та SLAM:** Системи на кшталт [Elios 3 RAD](#) від компанії [Flyability](#) використовують технологію LiDAR для створення цифрових двійників об'єктів. Це дозволяє накладати дані про рівень випромінювання на 3D-модель приміщення, точно локалізуючи «гарячі точки».
- **Стійкість до випромінювання:** Спеціалізовані дрони проходять тестування на роботу в екстремальних полях. Наприклад, Elios 3 підтвердив працездатність при потужності дози до 10 000 Р/год.

Повітряні (БпЛА) в радіаційній розвідці

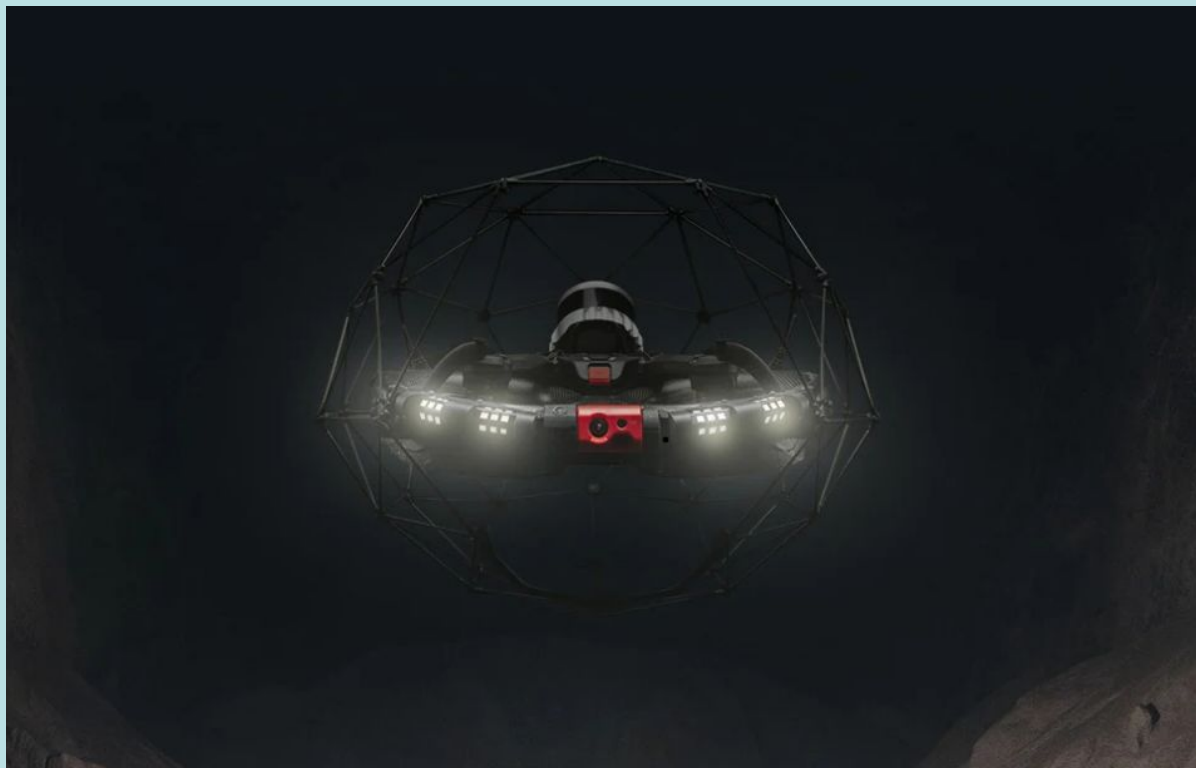
Сценарії застосування

- **Розвідка всередині приміщень:** Використання дронів у захисних клітках для обстеження реакторних залів, сховищ відходів або зруйнованих цехів, де не працює GPS.
- **Моніторинг великих територій:** БпЛА літакового типу або потужні квадрокоптери здійснюють пошук паралельними курсами (з кроком 300 м) для картування зон відчуження після аварій.
- **Пошук загублених джерел:** Дрони, обладнані алгоритмами автономного пошуку, можуть виводити апарат прямо до місця витoku за градієнтом інтенсивності випромінювання.

Повітряні (БпЛА) в радіаційній розвідці

Популярні моделі та обладнання

[Elios 3](#) з корисним навантаженням RAD: Стандарт для закритих просторів та АЕС, розроблений у партнерстві з [Mirion Technologies](#)



Повітряні (БпЛА) в радіаційній розвідці

Популярні моделі та обладнання

- [Drones G](#) від [NUVIATech](#): Універсальні модулі вагою до 4.5 кг, що інтегруються з різними польотними платформами для екологічного моніторингу.

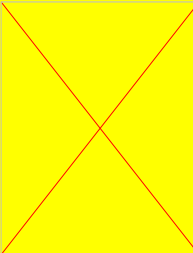


Повітряні (БпЛА) в радіаційній розвідці

Популярні моделі та обладнання

Scentroid DR1000: Спеціалізована платформа для одночасного радіаційного та хімічного аналізу повітря на висотах до 150 м.





Повітряні (БпЛА) в радіаційній розвідці

Методика дезактивації дронів після роботи в зоні високого забруднення

Дезактивація БпЛА після роботи в зоні високого радіаційного забруднення є критичним етапом, оскільки радіоактивний пил оседає на горизонтальних поверхнях, у щілинах двигунів та на лопатях пропелерів. Методика зазвичай включає два основні етапи: часткову та повну дезактивацію

Повітряні (БпЛА) в радіаційній розвідці

1.Етап попередньої підготовки (у «гарячій» зоні)

- **Дистанційне обдування:** Якщо можливо, дрон обдувають стисненим повітрям ще до того, як оператор наблизиться до нього, щоб збити основну масу радіоактивного пилу.
- **Дозиметричний контроль:** Обов'язкове вимірювання рівня забруднення бета- та гамма-випромінювачами для визначення стратегії очищення

Повітряні (БпЛА) в радіаційній розвідці

2. Часткова дезактивація (механічний спосіб)

Проводиться в спеціально відведених місцях (ПуСО) за допомогою підручних засобів

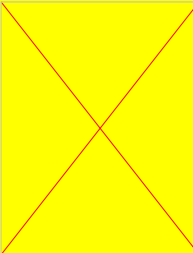
- **Протирання тампонами:** Використання вологих ганчірок або спеціальних серветок, змочених водою чи 70% ізопропіловим спиртом. Протирання здійснюється зверху вниз, особливо ретельно в місцях стиків.
- **М'які щітки:** Для видалення пилу з вентиляційних отворів двигунів та радіаторів.
- **Заміна витратних матеріалів:** Пропелери часто не підлягають дезактивації через мікротріщини, в яких накопичуються ізотопи, тому їх просто замінюють і утилізують як радіоактивні відходи (РАВ)

Повітряні (БпЛА) в радіаційній розвідці

3. Повна дезактивація (фізико-хімічний спосіб)

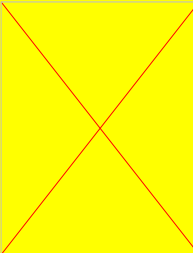
Застосовується при значному забрудненні

- **Спеціальні розчини:** Використання дезактивувальних сумішей (наприклад, Radiacwash або мильних розчинів із додаванням щавлевої кислоти), що допомагають відділити радіонукліди від поверхні.
- **Полімерні плівки:** Нанесення та подальше зняття еластичних плівок, які «вбирають» у себе забруднення з поверхні корпусу.
- **Очищення двигунів:** Використання органічних розчинників або дизельного палива для видалення мастила, яке здатне міцно утримувати радіоактивні частки.



Наземні роботизовані комплекси (UGV — Unmanned Ground Vehicles)

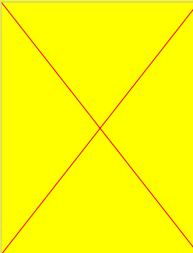
Наземні роботизовані комплекси (UGV — Unmanned Ground Vehicles) є незамінними там, де дрони не можуть працювати через обмежений простір, відсутність сигналу GPS або необхідність фізичного контакту з об'єктами



Наземні роботизовані комплекси (UGV — Unmanned Ground Vehicles)

Специфічні завдання для UGV

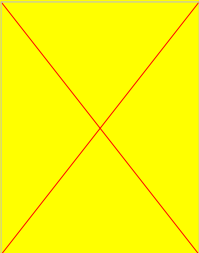
- **Забір фізичних проб:** На відміну від дронів, наземні роботи можуть брати керни ґрунту, проби води з глибини або мазки з поверхонь за допомогою маніпуляторів.
- **Робота всередині завалів:** Завдяки гусеничному ходу вони проникають у зруйновані реакторні зали чи хімічні цехи, куди доступ людині закритий.
- **Тривалий моніторинг:** UGV можуть автономно працювати годинами (або днями), виступаючи в ролі мобільних постів спостереження.



Наземні роботизовані комплекси (UGV — Unmanned Ground Vehicles)

Ключове оснащення

- **Маніпулятори-руки:** Використовуються для відкриття дверей, переміщення перешкод або утримання детекторів біля конкретних зварних швів чи контейнерів.
- **Хімічні газоаналізатори:** Системи на кшталт мас-спектрометрів, що ідентифікують сотні типів ОР (отруйних речовин) та ТОР (токсичних промислових речовин) у повітрі.
- **Сенсори «загартованого» типу:** Для UGV особливо важливо мати захист електроніки від іонізуючого випромінювання, оскільки вони довше перебувають поблизу джерела.



Наземні роботизовані комплекси (UGV — Unmanned Ground Vehicles)

Провідні моделі та виробники

Telerob (AeroVironment): Моделі серії **telemax** та **tEODor**. Це «золотий стандарт» для РХБЗ та розмінування. Вони мають високу прохідність і надточні маніпулятори.

- **Серія Telemax (компактні та універсальні)**

Роботи серії Telemax характеризуються компактністю, високою маневреністю та наявністю маніпулятора з чотирма ступенями свободи.

- **Серія tEODor (важкі та потужні)**

tEODor (telerob Explosive Ordnance Disposal and Reconnaissance) вважається великим роботом-сапером.

Наземні роботизовані комплекси (UGV — Unmanned Ground Vehicles)

Ключові відмінності

- **Розмір та призначення:** Telemax — компактні, для вузьких просторів. tEODor — великі, для важких умов та великих територій.
- **Шасі:** Обидва комплекси часто використовують комбіноване колісно-гусеничне шасі для кращої прохідності.
- **Маніпулятори:** Обидві серії славляться високоточними маніпуляторами telerob, проте у tEODor вони потужніші.

Наземні роботизовані комплекси (UGV — Unmanned Ground Vehicles)

Провідні моделі та виробники

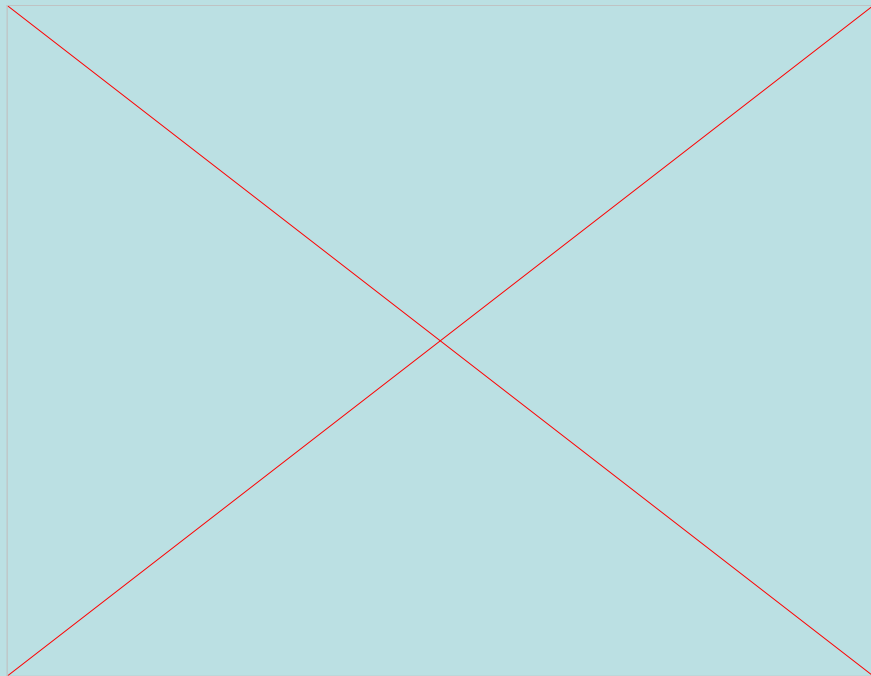
Boston Dynamics Spot: Робот-пес, який активно інтегрується з датчиками радіації (наприклад, від **Mirion**) для автономного Патрулювання Чорнобильської АЕС або АЕС Фукусіма.

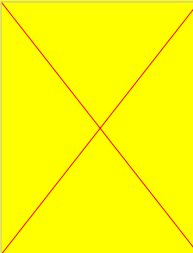


Наземні роботизовані комплекси (UGV — Unmanned Ground Vehicles)

Провідні моделі та виробники

[Shark Robotics Colossus](#): Потужна платформа, що використовується французькими пожежниками. Вона може нести важкі газоаналізатори та системи водяного захисту для осадження хімічних хмар.





Наземні роботизовані комплекси (UGV — Unmanned Ground Vehicles)

Провідні моделі та виробники

Українські розробки:

В межах кластера **Brave1** розробляються платформи (наприклад, від компаній **UADynamics** або **Roboneers**), які адаптуються під модулі РХБЗ для роботи у фронтових умовах.