

doi: 10.32620/oikit.2026.108.02

УДК 006.02:629.73(4/9)

О. М. Литвинов, О. В. Чуприна,
В. О. Гребеніков, М. В. Чуприна

Контейнерні мобільні хаби як засіб інфраструктурного забезпечення автономних операцій інтеграції авіації та БПЛА цивільного призначення

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»

У статті досліджується концепція контейнерних мобільних хабів як інноваційного засобу інфраструктурного забезпечення автономних операцій інтеграції цивільної авіації та цивільних безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Обґрунтовано актуальність переходу до гнучких, децентралізованих і високоавтоматизованих рішень у контексті розвитку передової повітряної мобільності та міської повітряної мобільності, що потребують нових підходів до організації наземної інфраструктури. Визначено ключову проблему – інфраструктурний розрив між швидким розвитком безпілотних технологій і обмеженими можливостями традиційних аеронавігаційних систем.

Запропоновано концепцію мобільного хаба на базі стандартизованого ISO-контейнера (зокрема, типу High Cube або рефрижераторного), який виконує функції енергозабезпечення, диспетчеризації, зв'язку, технічного обслуговування та зарядки виключно цивільних і комерційних БПЛА. Хаб розглядається як інтелектуальний вузол, що інтегрується з цивільними системами UTM/U-space та забезпечує координацію пілотованих і безпілотних польотів у єдиному цифровому просторі. Окреслено площину практичного застосування комплексу, яка охоплює завдання екологічного моніторингу навколишнього середовища, забезпечення гуманітарних місій та операцій цивільного захисту. Проаналізовано наявні комерційні рішення типу «drone-in-a-box» та визначено їх обмеження, зокрема вузьку функціональність і недостатню мобільність.

Окрему увагу приділено технічним аспектам реалізації хаба, включаючи вибір конструкції контейнера, забезпечення кліматичної стабільності, енергоефективності та можливості швидкого розгортання в умовах відсутності або пошкодження стаціонарної інфраструктури. Показано, що запропонований підхід дає змогу значно знизити експлуатаційні витрати та забезпечити безперервну роботу цивільних БПЛА у режимі 24/7. Зроблено висновок, що контейнерні мобільні хаби можуть стати ключовим елементом формування нової децентралізованої аеронавігаційної інфраструктури цивільної авіації, особливо в умовах мирного відновлення транспортної галузі України, забезпечуючи швидке розгортання, універсальність та високий рівень автономності.

Ключові слова: контейнерна інфраструктура; автономні операції; мобільний аерохаб; безпілотні літальні апарати; інтеграція цивільної авіації та БПЛА; drone-in-a-box; передова повітряна мобільність.

Сучасний етап розвитку авіаційної галузі характеризується переходом до нової парадигми: стрімке впровадження безпілотних літальних апаратів потребує перегляду традиційних аеронавігаційних підходів. Передова повітряна мобільність та міська повітряна мобільність передбачають операції цивільних безпілотних літальних апаратів на низьких висотах поруч з інфраструктурою міст, промислових зон і гірських районів. При цьому наявні стаціонарні аеропорти та системи контролю польотів не мають достатньої гнучкості та швидкості розгортання. Такі проекти як UTM/U-space (EASA) встановлюють національні «зони U-space» для безпечного сумісного руху пілотованих і безпілотних суден [1], однак практична реалізація потребує нових наземних ресурсів.

Насамперед, інфраструктурний розрив виявляється через високу вартість

створення нових аеродромів і відсутність мобільних наземних станцій для цивільних БПЛА. Наприклад, у тестовій зоні Оденсе (Данія) створено спеціалізовану «координаційну вежу», де інтегровано керування літаками та дронами на території ~1900 км² [2]. Також компанії-лідери (Airbotics, DJI тощо) вже пропонують автономні системи «дромомайданчиків», але їх продукти часто орієнтовано на вузькі завдання (моніторинг периметра, логістика на промзонах). У науковому вимірі існують дослідження з організації докінг-станцій для БПЛА [3] та надійної комунікації в міській повітряній мобільності [4]. Проте загальну платформу, що об'єднує енергетику, зв'язок і обслуговування у мобільному контейнері, – все ще недостатньо досліджено.

Ця стаття має на меті сформулювати ідею контейнерного мобільного хаба.

Хаб розглядається як інтелектуальний вузол (модуль, блок, платформа), на базі контейнера або модульної системи контейнерів, що інтегрується з цивільними системами UTM/U-space та забезпечує координацію пілотованих і безпілотних польотів у єдиному цифровому просторі.

Пропонується використати стандартизовані ISO-контейнери (зокрема, тип High Cube 40HC або рефрежератор 40HR, див. рисунок 1, 2) з модульним обладнанням, як конструкцію, щоб забезпечити автономні польоти цивільних та комерційних БПЛА. Такий хаб має виконувати функції диспетчеризації, живлення, зарядки БПЛА та збору даних, одночасно інтегруючись із системами УПП через U-space/UTM.



Рис. 1. ISO-контейнер High Cube 40HC

Морський контейнер 40 HC (High Cube, підвищеної місткості)

Внутрішні розміри (робоча зона):

- довжина: 12 032...12 039 мм;
- ширина: 2 350...2 352 мм;
- висота: 2 693...2 698 мм;

Зовнішні габарити (для транспортування):

- довжина: 12 192 мм;

- ширина: 2 438 мм;
 - висота: 2 896 мм.
- Дверний отвір:
- ширина дверного отвору: 2336...2343 мм;
 - висота дверного отвору: 2585...2597мм.
- Вагові характеристики та об'єм:
- внутрішній корисний об'єм 75.6 – 76.5 м³;
 - маса тари (порожнього боксу): 3740...4200 кг;
 - максимальна вантажопідйомність: 26280...28650 кг.
- Максимальна вага брутто (з вантажем): 30 480 - 32 500 кг



Рис. 2. ISO-контейнер рефрижератор High Cube 40HR

ISO-контейнер рефрижератор High Cube 40HR

Внутрішні розміри:

Внутрішні габарити (робоча зона):

- довжина: ~ 11588 мм;
- ширина: ~ 2290 мм;
- висота: ~2500...2557 мм.

Зовнішні габарити (для транспортування):

- довжина: 12 192 мм;
- ширина: 2 438 мм;
- висота: 2 896 мм.

Дверний отвір:

- ширина дверного отвору: 2290 мм;
- висота дверного отвору: ~ 2478...2569 мм.

Вагові характеристики та обсяг:

- внутрішній корисний об'єм 67...68 м³;
- маса тари (порожнього боксу): 4200...4750 кг;
- максимальна вантажопідйомність: 29670 кг;
- максимальна вага брутто (з вантажем): 34000 кг.

Живлення – рефрижератора трифазна електрична мережа 380V/460V (50-60 Гц). В дорозі на автотранспорті або залізниці для автономної роботи використовується навісний дизель-генератор (Genset).

Підлога – алюмінієвий Т-подібний профіль (T-floor), який розроблено для циркуляції холодного повітря знизу вгору і витримує навантаження складського навантажувача.

Матеріали стін – зовнішня обшивка виконана зі стіни – харчова нержавіюча сталь, між ними – пінополіуретановий утеплювач товщиною близько 10...15 см.

Температурний діапазон: від -40 °С до +30 °С. Автоматика підтримує задану температуру з точністю до $\pm 0,5$ °С.

Електроживлення – трифазна мережа 380В / 50Гц (або 460В / 60Гц).

Об'єктом даного дослідження є процеси трансформації аеронавігаційної та наземної інфраструктури цивільної авіації в умовах упровадження автономних технологій, безпілотних авіаційних систем і концепцій інтегрованої повітряної мобільності, що потребують створення нових мобільних та автономних засобів інфраструктурного забезпечення польотних операцій.

За прогнозами, вже у найближчі роки дрони почнуть виконувати регулярні вантажні та пасажирські перевезення (дрони-доставки, eVTOL-таксі тощо). У зв'язку з цим виникає необхідність чітко окреслити площину практичного застосування нової інфраструктури у сфері мирного, комерційного та гуманітарного використання. Зокрема, архітектура хаба оптимізується під забезпечення таких напрямків, як:

- екологічний моніторинг та охорона навколишнього середовища – здійснення безперервного контролю якості атмосферного повітря, тепловізійного сканування лісових масивів для раннього виявлення пожеж, моніторингу стану водних ресурсів та радіаційного фону. Наземний комплекс забезпечуватиме не лише підзарядку дронів, а й первинне оброблення та передачу екологічних даних у реальному часі завдяки інтегрованим обчислювальним потужностям;

- гуманітарні місії та ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій (у взаємодії з органами цивільного захисту, зокрема ДСНС) – швидке розгортання локальної системи пошуку та рятування в зонах стихійного лиха або руйнувань. Хаб координуватиме роботу БПЛА для тепловізійного пошуку постраждалих, картографування завалів, оцінювання масштабів підтоплень або руйнувань критичної інфраструктури, а також слугуватиме логістичним вузлом для оперативної доставки медикаментів, донорської крові, засобів першої допомоги або систем зв'язку у важкодоступні райони;

- цивільний моніторинг промислової та транспортної інфраструктури – автономне інспектування ліній електропередач, магістральних трубопроводів, залізничних шляхів та мостових споруд без залучення пілотованої авіації, що мінімізуватиме експлуатаційні витрати та підвищуватиме безпеку праці;

- комерційна автономна логістика та розширена повітряна мобільність – організація "останньої милі" доставки вантажів у цивільному секторі, де хаб виконуватиме роль автоматизованого терміналу для сортування, видачі та прийому посилок безпілотними апаратами тощо.

Традиційна модель централізованих аеропортів, які потребують величезних капітальних інвестицій і тривалого часу на будівництво, поступово доповнюється гнучкими, мобільними та високоавтоматизованими рішеннями. Наприклад, вертипорти – компактні термінали для пасажирських та вантажних дронів (eVTOL), що не потребують довгих злітно-посадкових смуг і можуть розміщуватися на дахах хмарочосів, парковках або залізничних вокзалах; або мобільні та контейнерні вежі керування (Mobile ATC Towers); дронопорти та автономні логістичні хаби – автоматизовані станції, де дрони можуть самостійно приземлятися, змінювати акумулятор, розвантажуватися та злітати знову без участі людини тощо. Контейнерні мобільні хаби також стають новітнім елементом цього переходу, забезпечуючи необхідну базу для операцій безпілотних вантажних літаків, систем міської повітряної мобільності та автономної логістики. Запропонована концепція мобільного хаба розробляється виключно для потреб цивільного сектору та некомерційного гуманітарного використання, повністю виключаючи елементи подвійного призначення.

У цьому дослідженні хаб розглядається як сполучна ланка між БПЛА та цивільною авіацією, забезпечуючи комплекс дій для виконання різних місій. Без наявності такого хаба реалізація автономних операцій або неможлива, або стає неефективною та небезпечною. Це пояснюється необхідністю синхронізації цивільних пілотованих та безпілотних польотів у спільному цифровому просторі за доктриною «єдиного неба». Хаб виконує роль цифрового диспетчера, який усуває психологічні та технічні бар'єри між людиною та дроном, перетворюючи непідготовлену місцевість на контрольований та безпечний авіаційний простір.

З економічної точки зору актуальність дослідження полягає в тому, що впровадження автономних хабів може забезпечити економію коштів до 70 %, оскільки витрати на персонал у традиційній логістиці становлять до 35 % від загальних витрат. Для України мобільні хаби є інструментом швидкого відновлення цивільної авіації в умовах постійних загроз, реалізуючи концепцію «децентралізованої мережі аеронавігаційної інфраструктури».

Концепція мобільного хаба базується на ідеї повної автономності та швидкого розгортання в середовищах, де стаціонарна інфраструктура відсутня або пошкоджена. У традиційній авіації наземне обслуговування є критичним вузлом, що обмежує швидкість обороту повітряних суден. Перехід до автономних операцій потребує переосмислення цієї ролі: хаб перестає бути просто майданчиком і стає інтелектуальним вузлом керування, що інтегрує фізичні, цифрові та енергетичні потоки.

Хаб-капсула на базі контейнерів активно досліджується світовим науковим та інженерним співтовариством. Сучасні дослідження базуються на ідеї повної автономності та швидкого розгортання в середовищах, де стаціонарна інфраструктура відсутня або пошкоджена. Так, у дослідженні «UAV Swarm Intelligence: Recent Advances and Future Trends» («Роева розвідка БПЛА: останні досягнення та майбутні тенденції») ґрунтовно аналізується розвиток ройових систем від рівня прийняття рішень до комунікації між хабом і дронами [5]. В інших галузевих дослідженнях, зокрема, зазначається про можливість використання інтелектуальних хабів для оцінювання ризиків у реальному часі [6], або ефективність виявлення цілей БПЛА з використанням ШІ, що потребує стабільної наземної бази для оброблення даних [7].

На ринку доступні комерційні рішення, які частково реалізують ідею автономних док-станцій (рис. 3, 4, 5): DJI Dock, Airobotics Optimus, A2Z Airdock.

Наприклад, DJI Dock, оснащений клімат-контролем (12 А, резервний акумулятор на 5+ год), може зарядити дрон DJI M30 за ~25 хв [8]. Airobotics Optimus вміщує до 11 батарей і 9 корисних навантажень у 2,5-тонному контейнері (Hangar), де робот-маніпулятор замінює їх за потреби. Ці системи демонструють практичність автономної роботи, проте зазвичай призначені для промислових майданчиків (не завжди мобільні) (табл. 1) [9].



Рис. 3. DJI Dock



Рис. 4. Airobotics Optimus



Рис. 5. Autel AutoCharge

Таблиця 1

Drone-in-a-Box	DJI Dock (1 дрон)	Airobotics Optimus (12 дронів)	Autel AutoCharge (приклад)
Заряджання	25 хв (10→90 %)[7]	40 хв (для 30 кг дрона)	~30–45 хв
Умови експлуатації	-35...+50 °C[8]	+5...+45 °C	-
Живлення	АС 220V, батарея 12 Ah[20]	АС 380V (для багатьох докінгів)	АС 220V
Відсутність людини	повна (роботи)	повна (автоматична)	повна
Продуктивність (доб.)	4–6 циклів/день (з одного дока)	до 50 приземлень/день (6 докінгів)	3–4 цикли/день

Призначення мобільного хаба полягає у створенні універсальної, захищеної та автономної точки присутності авіаційних засобів. Завдання хаба змінюються залежно від умов експлуатації. Наприклад, для підтримки авіаційних операцій хаб може виконувати роль майданчика задля уніфікованої координації пілотованих і безпілотних польотів через єдиний інтерфейс (пілотований літак і кілька БПЛА виконують спільну місію, а хаб координує їхні маршрути і обмін даними). Іншим прикладом може слугувати функція автономної експлуатації БПЛА з повністю автоматизованим циклом запуску – моніторингу – посадки дронів (після завершення прольоту БПЛА самостійно повертається на станцію, проходить самодіагностику і заряджається). Завдяки цьому може реалізовуватись режим 24/7 безперервної роботи, коли декілька БПЛА працюють по черзі, мінімізуючи «простої» на техобслуговування [10].

Хаб може також виконувати функцію підтримки спеціалізованих місій. Зокрема, хаб може оснащуватися модулем для суто цивільного та гуманітарного призначення, як-от медичні протоколи (охолоджувані відсіки для транспорту крові/ліків), гуманітарні вантажі, рятувальні датчики для ДСНС, системи екологічного моніторингу, сільськогосподарські операції тощо. Наприклад, в

умовах реагування на надзвичайні ситуації, зокрема пожежі, БПЛА можуть патрулювати район та передавати відеопотік у реальному часі, а хаб є командним постом [11].

Концепція мобільного інтегрованого хаба на базі модернізованого ізотермічного рефрижераторного контейнера ISO являє собою оптимальне інженерне рішення, що поєднує високі теплотехнічні характеристики, структурну міцність та логістичну універсальність. Використання рефрижераторного контейнера як базової платформи обумовлено необхідністю підтримання стабільного мікроклімату для прецизійної електроніки та енергоємних систем зберігання акумуляторів, що в звичайних металевих контейнерах потребувало б надмірних витрат на додаткову ізоляцію та кондиціонування.

Вибір 20-футового або 40-футового рефрижераторного контейнера стандарту ISO 668 базується на його здатності витримувати екстремальні зовнішні навантаження при збереженні внутрішньої температурної стабільності. На відміну від стандартних суховантажних контейнерів, рефрижераторні одиниці мають сендвіч-структуру стінок, де між зовнішньою обшивкою з корозійностійкої сталі або алюмінію та внутрішнім лайнером із нержавіючої сталі розміщено шар жорсткого пінополіуретану високої щільності (табл. 2).

Таблиця 2

ISO-контейнер	20' (6.06×2.44×2.59 м)	40' (12.19×2.44×2.59 м)	40' High Cube (12.19×2.44×2.89 м)
Внутрішній об'єм	~33 м ³	~67 м ³	~76 м ³
Корисне навантаження	21,7 т	26,7 т	26,3 т
Вага тари (порожньої)	2,3 т	3,75 т	4,15 т
Температурний діапазон	-	-35...+80 °C (тип)	-
Кліматична стійкість	немає власної	IP55 (з додатковим обладнанням)	±10°C / ±2°C (рефрижераторний)

При проектуванні інтегрованого хаба важливо враховувати різницю між зовнішніми та внутрішніми габаритами, оскільки товщина ізоляційного шару (до 100-120 мм) суттєво обмежує корисний об'єм. Використання формату High Cube є пріоритетним, оскільки додаткові 305 мм висоти дають змогу розмістити фальшпідлогу для комунікацій та забезпечити ергономіку робочих зон для персоналу у повний зріст.

Технічні дані демонструють, що незважаючи на більшу вагу порівняно зі стандартними контейнерами (~2120-2350 кг для 20-футового сухого), рефрижераторні одиниці забезпечують вищу жорсткість конструкції та готову основу для кліматичного контролю. Внутрішня площа 40-футового контейнера дають змогу реалізувати багатозонну конфігурацію, включаючи житловий блок або автономний вузол санітарного забезпечення [12].

Наша концепція поєднує перевірені технології з новими ідеями. Використання контейнера як основи ґрунтується на стандартах ISO: це спрощує логістику та обслуговування. Теплоізоляція рефрижератора робить хаб

придатним навіть і екстремальних умовах (печера/пустеля/північні широти). З практичної точки зору, перевагами такого підходу є мобільність (хаб легко транспортується тягачем, може стати «точкою громадського доступу» (медіахаб або зустрічний пункт); швидкість розгортання (підготовка місця займає дні замість років; універсальність (під час простою хаб можна переналаштовувати під різні місії – додати медкабіну або ресівер гірничого пошуку).

Водночас існують певні обмеження та ризики: без сертифікації такі хаби можуть бути використані лише у спеціальних зонах / за спрощеними процедурами. Оскільки концепція орієнтована на інтеграцію в загальну систему цивільної авіації, проєктування хабів спирається виключно на цивільні регламенти ICAO та EASA (зокрема, концепцію U-space [13]), що апіорі унеможливує використання такої інфраструктури для військових операцій, які регулюються іншими державними інституціями.

Контейнерні мобільні хаби – це не просто тимчасове рішення, а фундамент доктрини автономної присутності. Хаб є інтелектуальним посередником, який усуває психологічні та технічні бар'єри між людиною та дроном, перетворюючи «дику» місцевість на контрольований та безпечний авіаційний простір.

Запропонована концепція мобільного хаба на базі рефрижераторного контейнера є унікальною. Наявні рішення зазвичай фокусуються на одній функції – або на спостереженні, або на логістиці. Наша ідея пропонує інженерний синтез, перетворюючи стандартний ISO-контейнер на автономний «організм», який одночасно є: цифровим диспетчерським пунктом для координації цивільної авіації; польовим міні-госпіталем зі стерильним середовищем та клімат-контролем; енергостанцією та ремонтним цехом для рою БПЛА, або вузлом зв'язку («вежа у небі») через прив'язні дрони. Дана концепція може стати ключовим елементом формування нової децентралізованої аеронавігаційної інфраструктури цивільної авіації, особливо в умовах повоєнного мирного відновлення та розбудови транспортного сектору України

Список літератури

1. URL: U-SPACE. URL: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/air-traffic-management/u-space#:~:text=,space%20airspace>.
2. URL: <https://www.euronews.com/my-europe/2026/04/13/the-pioneering-project-integrating-drones-into-air-traffic-control>.
3. Kodeeswaran S. et al., "Energy Sources, Docking Stations and WPT for UAVs: A Review," Aerospace Science & Tech., 2025. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ast.2025.110628>.
4. Kabashkin I, Iskakov D, Topilskiy R, Tlepiyeva G, Sultanov T, Sansyrbayeva Z. Communication Infrastructure Design for Reliable UAV Operations in Air Mobility Corridors. Drones. 2025; 9(6):401. Available at: [DOI: 10.1109/JSYST.2020.296978610.3390/drones9060401](https://doi.org/10.1109/JSYST.2020.296978610.3390/drones9060401).
5. Y. Zhou, B. Rao and W. Wang, "UAV Swarm Intelligence: Recent Advances and Future Trends," in IEEE Access, vol. 8, pp. 183856-183878, 2020, doi: [10.1109/ACCESS.2020.3028865](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3028865).
6. Autonomous robots protect the lives of emergency services in disasters. Available at: <https://www.tudelft.nl/en/stories/articles/autonomous-robots-protect-the-lives-of-emergency-services-in-disasters>.
7. UK hosts international disaster search and rescue drone experiment. Available at: <https://www.port.ac.uk/news-events-and-blogs/news/uk-hosts->

[international-disaster-search-and-rescue-drone-experiment.](#)

8. URL: <https://enterprise.dji.com/dock/specs>.
9. Trusted Autonomous Drones URL: [https://www.airoboticsdrones.com/#:~:text= 24/7 OnVMS and Incident Management systems](https://www.airoboticsdrones.com/#:~:text=24/7%20OnVMS%20and%20Incident%20Management%20systems)
10. H. Ghazzai, H. Menouar and A. Kadri, "On the Placement of UAV Docking Stations for Future Intelligent Transportation Systems," 2017 IEEE 85th Vehicular Technology Conference (VTC Spring), Sydney, NSW, Australia, 2017, pp. 1-6; DOI: [10.1109/VTCSpring.2017.8108591](https://doi.org/10.1109/VTCSpring.2017.8108591).
11. T. Akram, M. Awais, R. Naqvi, A. Ahmed and M. Naeem, "Multicriteria UAV Base Stations Placement for Disaster Management," in IEEE Systems Journal, vol. 14, no. 3, pp. 3475-3482, Sept. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/JSYST.2020.2969786>.
12. 20ft. ISO Container Measurements, weight, volume, area & transport - Freightfinders, Available at: <https://freightfinders.com/container-transport/20-feet-iso-container/>.
13. Shipping Container Workshop Ideas: Cost, Design & Conversion. Available at: <https://esequipsales.com/shipping-container-workshop-ideas/>.
14. А. Г. Гребеников. Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов : справочное пособие / Гребеников А. Г., Мялица А. К., Парфенюк В. В. и др. – Харьков: Харьковский авиационный институт, 2008. – 377 с.

References

1. URL: U-SPACE. URL: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/air-traffic-management/u-space#:~:text=,space%20airspace>.
2. URL: <https://www.euronews.com/my-europe/2026/04/13/the-pioneering-project-integrating-drones-into-air-traffic-control>.
3. Kodeeswaran S. et al., "Energy Sources, Docking Stations and WPT for UAVs: A Review," Aerospace Science & Tech., 2025. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ast.2025.110628>.
4. Kabashkin I, Iskakov D, Topilskiy R, Tlepiyeva G, Sultanov T, Sansyzbayeva Z. Communication Infrastructure Design for Reliable UAV Operations in Air Mobility Corridors. Drones. 2025; 9(6):401. Available at: [DOI: 10.1109/JSYST.2020.296978610.3390/drones9060401](https://doi.org/10.1109/JSYST.2020.296978610.3390/drones9060401).
5. Y. Zhou, B. Rao and W. Wang, "UAV Swarm Intelligence: Recent Advances and Future Trends," in IEEE Access, vol. 8, pp. 183856-183878, 2020, doi: [10.1109/ACCESS.2020.3028865](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3028865).
6. Autonomous robots protect the lives of emergency services in disastershttps. Available at: <https://www.tudelft.nl/en/stories/articles/autonomous-robots-protect-the-lives-of-emergency-services-in-disasters>.
7. UK hosts international disaster search and rescue drone experiment. Available at: <https://www.port.ac.uk/news-events-and-blogs/news/uk-hosts-international-disaster-search-and-rescue-drone-experiment>.
8. URL: <https://enterprise.dji.com/dock/specs>.
9. Trusted Autonomous Drones URL: [https://www.airoboticsdrones.com/#:~:text= 24/7 OnVMS and Incident Management systems](https://www.airoboticsdrones.com/#:~:text=24/7%20OnVMS%20and%20Incident%20Management%20systems)
10. H. Ghazzai, H. Menouar and A. Kadri, "On the Placement of UAV Docking Stations for Future Intelligent Transportation Systems," 2017 IEEE 85th Vehicular Technology Conference (VTC Spring), Sydney, NSW, Australia, 2017, pp. 1-6; DOI: [10.1109/VTCSpring.2017.8108591](https://doi.org/10.1109/VTCSpring.2017.8108591).

11. T. Akram, M. Awais, R. Naqvi, A. Ahmed and M. Naeem, "Multicriteria UAV Base Stations Placement for Disaster Management," in IEEE Systems Journal, vol. 14, no. 3, pp. 3475-3482, Sept. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/JSYST.2020.2969786>.

12. 20ft. ISO Container Measurements, weight, volume, area & transport - Freightfinders, Available at: <https://freightfinders.com/container-transport/20-feet-iso-container/>.

13. Shipping Container Workshop Ideas: Cost, Design & Conversion. Available at: <https://esequipsales.com/shipping-container-workshop-ideas/>.

14. A. G. Grebenikov. Obshie vidy i harakteristiki bespilotnyh letatelnyh apparatov : spravochnoe posobie / Grebenikov A. G., Myalica A. K., Parfenyuk V. V. i dr. – Harkov: Harkovskij aviacionnyj institut, 2008. – 377 s.

Надійшла до редакції 23.03.2026; розглянута на редколегії 11.04.2026

Containerized mobile hubs as a means of infrastructural support for autonomous operations of civil aviation and UAV integration

The article explores the concept of containerized mobile hubs as an innovative solution for the infrastructural support of autonomous operations integrating civil aviation and civil unmanned aerial vehicles (UAVs). The relevance of transitioning to flexible, decentralized, and highly automated solutions is substantiated in the context of the development of Advanced Air Mobility (AAM) and Urban Air Mobility (UAM), which require new approaches to ground infrastructure organization. The key problem is identified as the infrastructure gap between the rapid advancement of UAV technologies and the limited capabilities of traditional aeronautical systems.

A concept of a mobile hub based on a standardized ISO container (in particular, High Cube or refrigerated type) is proposed. The hub performs the functions of power supply, dispatching, communication, maintenance, and charging of exclusively civil and commercial UAVs. The hub is considered as an intelligent node integrated with civil UTM/U-space systems, ensuring the coordination of manned and unmanned flights within a unified digital airspace. The scope of practical application of the complex is outlined, encompassing environmental monitoring, support for humanitarian missions, and civil protection operations. Existing commercial "drone-in-a-box" solutions are analyzed, and their limitations are identified, including narrow functionality and insufficient mobility.

Special attention is paid to the technical aspects of hub implementation, including container design selection, climate control, energy efficiency, and rapid deployment capabilities in environments where stationary infrastructure is absent or damaged. It is demonstrated that the proposed approach significantly reduces operational costs and enables continuous 24/7 operations of civil UAVs.

It is concluded that containerized mobile hubs can become a key element in forming a new decentralized aeronautical infrastructure for civil aviation, particularly in the context of the peaceful recovery of Ukraine's transport sector, providing rapid deployment, versatility, and a high level of autonomy.

Keywords: containerized infrastructure; autonomous operations; mobile aero hub; unmanned aerial vehicles (UAVs); integration of civil aviation and UAVs; drone-in-a-box; Advanced Air Mobility.

Відомості про авторів:

Литвинов Олексій Миколайович – доктор юридичних наук, ректор, Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», Україна, e-mail: khai@khai.edu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2952-8258>.

Чуприна Олексій В'ячеславович – кандидат юридичних наук, провідний інженер, навчально-науково-виробничий центр CAD/CAM/CAE, Національний аерокосмічний університет "Харківський авіаційний інститут", Україна, e-mail: o.chupryna@khai.edu, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4746-6004>.

Гребеніков Вадим Олександрович – кандидат технічних наук, завідувач лабораторією, навчально-науково-виробничий центр CAD/CAM/CAE, Національний аерокосмічний університет "Харківський авіаційний інститут", Україна, e-mail: v.hrebenykov@khai.edu, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5004-5493>.

Чуприна Максим В'ячеславович – магістр права, провідний аудитор з сертифікації ISO 27001, Information security, cybersecurity and privacy protection - Information security management systems, Україна. ORCID: [0009-0002-6508-8042](https://orcid.org/0009-0002-6508-8042).

About the authors:

Oleksii LYTVYNOV – Doctor of Law, Rector National Aerospace University "Kharkov Aviation Institute", Ukraine, e-mail: khai@khai.edu, ORCID: [0000-0003-2952-8258](https://orcid.org/0000-0003-2952-8258).

Oleksii CHUPRYNA – PhD, Leading Engineer of the Educational, Scientific and Production Center CAD/CAM/CAE, Dep. 103 "Aircraft and Helicopter Design" National Aerospace University "Kharkov Aviation Institute", Ukraine, e-mail: o.chupryna@khai.edu, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4746-6004>.

Vadym HREBENYKOV – PhD, Head of the laboratory of the Educational, Scientific and Production Center CAD/CAM/CAE, Dep. 103 "Aircraft and Helicopter Design" National Aerospace University "Kharkov Aviation Institute", Ukraine, e-mail: v.hrebenykov@khai.edu, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5004-5493>.

Maksym CHUPRYNA – Master of Laws, Lead Certification Auditor Ukraine, ISO 27001 Information security, cybersecurity and privacy protection - Information security management systems. Ukraine. e-mail: Chupryna.maksim@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6508-8042>.