

КОНТРОЛЬ КОСМІЧНОГО І ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

УДК 623.746. – 519

М.В. Коробчинський

Воєнно-дипломатична академія ім. Євгенія Березняка, Київ

ВИКОРИСТАННЯ ДИСТАНЦІЙНО КЕРОВАНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У ЦИВІЛЬНІЙ СФЕРІ

У статті проводиться аналіз задач не військового характеру, які виконуються за допомогою робототехнічних інформаційних систем. У нашому випадку під даними системами будуть розглядатись дистанційно керовані літальні апарати.

Ключові слова: дистанційно керовані літальні апарати, інформаційне забезпечення, моніторинг на-воколишнього середовища, процес розв'язку задачі, розподілені об'єкти, рухомі об'єкти.

Вступ

Дистанційно керовані літальні апарати (ДКЛА) почали використовуватися досить давно і, в першу чергу, у військових цілях. Ця обставина була однією з причин того, що ДКЛА тривалий час не знаходили широкого застосування у вирішенні задач у цивільній сфері. Другою причиною, яка суттєво загальмувала розвиток індустрії ДКЛА, є вартість обладнання, що встановлюється на них для вирішення базових завдань. До яких відносяться:

- задачі навігаційного управління;
- задачі трансляції візуальних образів зони об'єкту до оператора або в центр управління.

Задачі навігаційного управління польотом ДКЛА вирішується в більшості випадків у ручному режимі оператором, за умови, що ДКЛА знаходяться в полі зору оператора. Цей режим управління не може вважатися експлуатаційним оскільки вимагає постійної участі досвідченого оператора, що досить сильно підвищує вартість експлуатації ДКЛА. Автоматичний режим управління по заданому курсу видається для реалізації більш складним завданням і вимагає відповідного обладнання, що здорожує безпосередньо сам ДКЛА.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Задачі, які покладаються на ДКЛА, в значній мірі визначаються класом окремих апаратів. У відповідності з відомими даними про ДКЛА [1 – 17], можливі різні підходи до їх класифікації. Один з яких ґрунтується на обліку розмірів апаратів. У цьому випадку, такий поділ полягає у виділенні наступних класів: макро ДКЛА; міні ДКЛА; середні ДКЛА; великі ДКЛА.

Очевидно, що під розміром розуміється не стільки їх геометричні параметри, а пов'язані з ними параметри дальності польоту, параметри корисного навантаження і ряд інших параметрів. Виходячи з

наведених даних і особливостей задач, які існують у господарській діяльності, можна прийняти, що для цивільного застосування доцільно використовувати міні і середні ДКЛА. На відміну від військового застосування, ДКЛА не повинні забезпечувати дальності польоту понад сотні кілометрів, не повинні бути орієнтовані на транспортування великих вантажів, вимоги до точності навігаційного управління можуть відрізнитися від ДКЛА військового призначення.

Тому, **метою статті** є проведення аналізу задач не військового характеру, що надасть можливості їх класифікації.

Основна частина

На сьогодні найбільш складною задачею ДКЛА є виявлення та слідкування за рухомими об'єктами на великій площині. Одним з перспективних способів вирішення даної задачі можна вважати застосування групи ДКЛА для спостереження за можливими маршрутами руху розподілених об'єктів, як для розкриття структури (складу) об'єкту, так і для визначення їх координат у визначений час.

При проведенні досліджень з удосконалення моніторингу, який проводиться групою ДКЛА, їх доцільно зосередити на розробці теоретичних і практичних засад побудови розподілених систем колективного управління.

Під системою колективного управління в даному випадку треба розуміти сукупність автономних процесорів і систем, об'єднаних у комутаційні мережі для накопичення даних і діючих сумісно для вирішення спільної задачі [1 – 14].

Існує цілий ряд задач у сферах цивільної діяльності, для успішного вирішення яких необхідно використовувати ДКЛА. Ці задачі можна розділити у відповідності до напрямків, які не пов'язані з військовими інтересами держави (рис. 1).

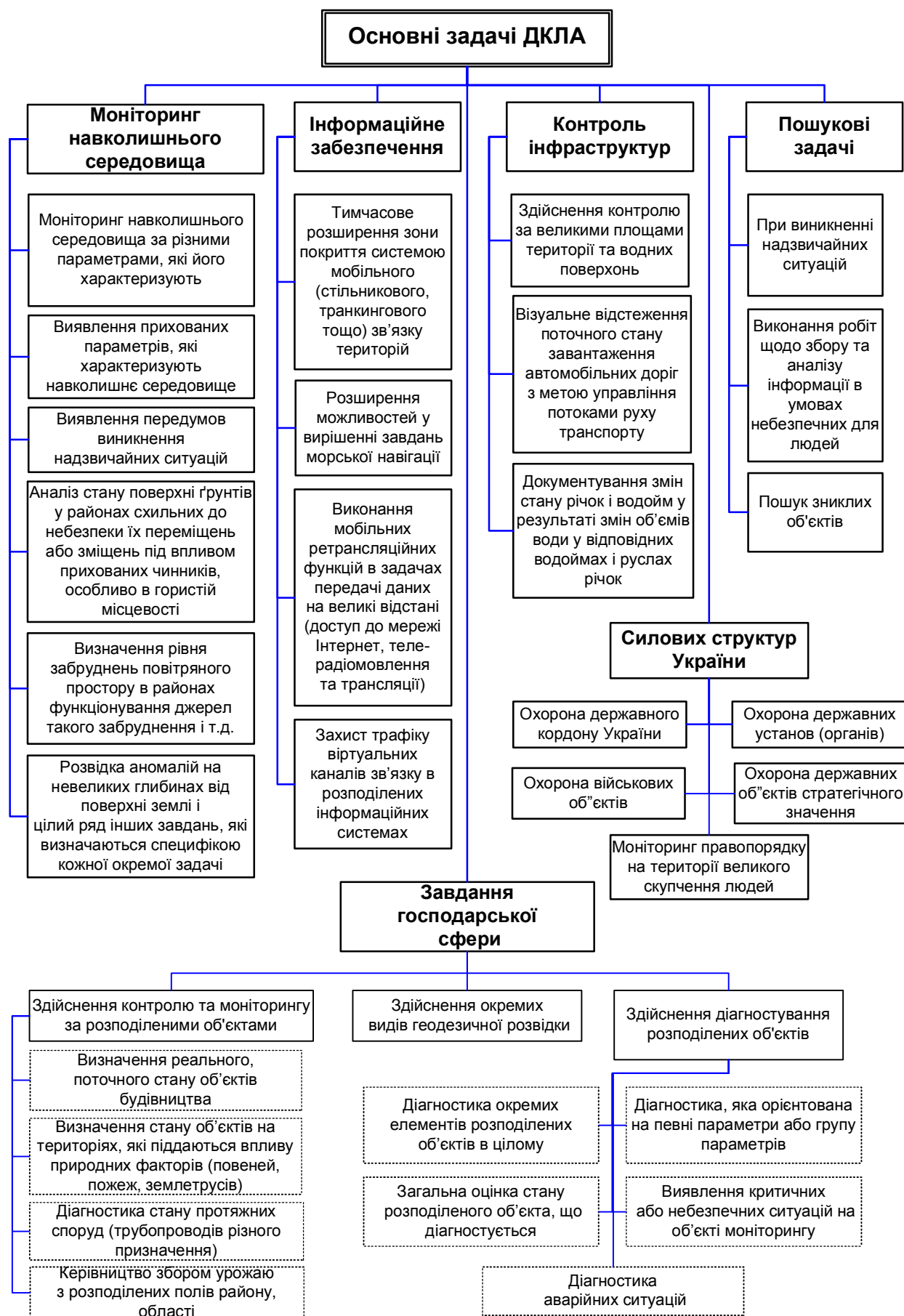


Рис. 1. Основні задачі у сферах цивільної діяльності, які вирішуються за допомогою ДКЛА.

До основних задач можна віднести:

- пошук людей, при виникненні надзвичайних ситуацій;
- виявлення передумов виникнення надзвичайних ситуацій;
- виконання робіт щодо збору та аналізу інформації в умовах небезпечних для людей;
- пошук зниклих об'єктів (літак, судно тощо);
- моніторинг навколишнього середовища за різними параметрами, які його характеризують, за рахунок використання відповідних датчиків реєстрації;
- виявлення прихованих параметрів, які характеризують навколишнє середовище;
- здійснення контролю за великими площами території та водних поверхонь;
- цілий ряд інших завдань, які пов'язані з господарською діяльністю і потребами різних галузей промисловості країни.

Основними перевагами ДКЛА у порівнянні з відомими літальними апаратами (ЛА), які широко використовуються (літак, вертоліт, планер), слід зазначити:

- відсутністю необхідності участі людини у вирішенні поставлених завдань безпосередньо на борту ЛА;
- вартістю використовуваних технічних засобів і самого ДКЛА, яка залежно від розв'язуваних завдань може змінюватися в широких межах і носити виключно економічне обґрунтування;
- використанням істотно простішим і менш коштовним обладнанням ДКЛА, яке потрібно для виконання поставлених завдань;
- відсутністю втоми льотчика чи екіпажів у цілому. Наприклад, виконання завдань, які вимагають моніторингу великих поверхонь та обліку рельєфу таких поверхонь;
- визначенням допустимого рівня небезпеки процесу рішення задачі на основі економічних факторів, які визначають її важливість.

Окремою групою задач, які вирішуються за допомогою ДКЛА, можна віднести до допоміжних задач. До них належать такі, що вирішуються відомими засобами, але ефективність їх вирішення може бути розширена за рахунок можливостей ДКЛА. До них відносяться:

- тимчасове розширення зони покриття системою мобільного (стільникового, транкингового тощо) зв'язку територій, на яких проводяться роботи тимчасового характеру;
- розширення можливостей у вирішенні завдань морської навігації;
- виконання мобільних ретрансляційних функцій в задачах передачі даних на великі відстані (доступ до мережі Інтернет, телерадіомовлення та трансляції, тощо);

- захист трафіку віртуальних каналів зв'язку в розподілених інформаційних системах;

- розвідка аномалій на невеликих глибинах від поверхні землі і цілий ряд інших завдань, які визначаються специфікою кожної окремої задачі.

Виходячи з наведеного вище аналізу, можна стверджувати, що ДКЛА можуть використовуватися в якості засобів, які суттєво розширюють функціональні можливості різних розподілених у природному просторі систем. У першу чергу, слід розглянути системи, які обслуговують і формують інфраструктуру різних розподілених об'єктів. Прикладом такого розширення функціональних можливостей управління інфраструктурою можуть служити наступні функції:

- візуальне відстеження поточного стану завантаження автомобільних доріг з метою управління потоками руху транспорту;

- документування змін стану річок і водойм у результаті змін об'ємів води у відповідних водоймах і руслах річок;

- аналіз стану поверхні ґрунтів у районах схильних до небезпеки їх переміщень або зміщень під впливом прихованих чинників, особливо в гористій місцевості;

- визначення рівня забруднень повітряного простору в районах функціонування джерел такого забруднення тощо.

Розглянемо приклади розв'язання задач пошуку людей. Крім візуального виявлення об'єкта пошуку, можна скористатися засобами виявлення місця розташування людини на основі використання методів пеленгації сигналів. Наприклад, за випромінюванням стільникового телефону. У випадку, коли здійснюється пошук на території, яка не покрита системою зв'язку, ДКЛА оснащується приймачем сигналів системи, які спеціально модифікуються для цілей автономного пошуку. Після реєстрації сигналу, ДКЛА пролітає по вибраному курсу і знову реєструє сигнал з телефону. На основі прийнятих сигналів і даних цифрової карти, яка знаходиться на борту, ДКЛА визначає координати джерела сигналів і передає їх рятувальникам.

Виникнення надзвичайних ситуацій, особливо природного походження, супроводжується порівняно непомітними ознаками, які розосереджені на великому просторі. Тому, їх реєстрація вимагає обстеження відповідних просторів, для цього підходять засоби типу ДКЛА. Перший приклад, пожежонебезпечна ситуація, що виникла на певній території, може призвести до виникнення осередку пожежі практично в будь-якому місці даної території. Тому, для попередження розвитку пожежі, необхідно організувати моніторинг цього простору. З економічних і безпекових факторів, реалізацію даного завдання необхідно покласти на ДКЛА. Другий

приклад, виникнення повені у наслідок прориву дамби. За допомогою ДКЛА, організується моніторинг визначеної території і передача візуальних та інших даних на пункт ліквідації аварії, в масштабі часу приближеного до реального. За рахунок оперативного надходження даних до штабу ліквідації надзвичайної ситуації, людина може адекватно реагувати на загрози, що виникають та своєчасно приймати рішення. Третій приклад, техногенна аварія. Що стосується надзвичайних ситуацій технологічного походження, то і для боротьби з ними доцільно використовувати системи, ключовим елементом яких є ДКЛА. Особливістю таких надзвичайних ситуацій є виникнення порівняно великих зон розвитку фізико-хімічних процесів, які небезпечні для людей. При обстеженні заражених зон і виконанні завдань локальної протидії розвитку цих процесів, доцільно використовувати системи, основною компонентою котрих є ДКЛА.

Ситуації, які в деякому сенсі можна класифікувати як небезпечні для людей, мають різний рівень такої небезпеки. Для управління рівнем відповідної небезпеки використовуються засоби, які в загальному розумінні, можна класифікувати на стаціонарні та мобільні. До стаціонарних можна віднести міст, дорога, військове містечко та різного роду споруди орієнтовані на забезпечення життєдіяльності військових частин та підрозділів. До мобільних – транспортні засоби, засоби зв'язку тощо. У разі необхідності підвищення рівня безпеки, у відповідних місцях можна створювати засоби візуалізації віддалених ділянок місцевості по відношенню до пунктів дислокації військових підрозділів. В останньому випадку, ефективними засобами забезпечення безпеки можуть служити системи моніторингу довкілля та системи охорони, які ґрунтуються на використанні ДКЛА в якості засобів збору і передачі візуальної інформації про задані фрагменти території. ДКЛА, які використовуються є найбільш важливими засобами, для вирішення завдання візуалізації навколишнього середовища та охорони визначеної території. Очевидно, що на основі такої візуалізації стає можливим вирішувати цілий ряд завдань, а саме:

- розпізнавання окремих елементів або компонент у навколишньому середовищі або території, яка охороняється;
- аналіз рівня загрози, яка може виникати у навколишньому середовищі або території, яка охороняється (на основі рішення задач вищезазначеного розпізнавання);
- навігація і інформаційне забезпечення окремих користувачів.

Досить багато завдань, які можна успішно вирішувати, на основі використання засобів, до складу яких входять ДКЛА, існує в галузі картографії, геодезії і в цілому ряді інших областей, які пов'язані з

дослідженням образів, у першу чергу візуальних образів.

У галузі картографії актуальним завданням є завдання оновлення карт, особливо тих, які безпосередньо пов'язані з відображенням штучних споруд (мости, дороги, окремі будівлі та інші об'єкти), які є обов'язковими для відображення на картах і можуть служити орієнтирами на місцевості. Вирішення цих завдань вимагає всебічного аналізу об'єктів зафіксованих на образах.

Використання систем на основі ДКЛА в морській навігації особливо ефективно. У більшості випадків судно оснащене радіолокаційною системою навігації. Така система діє на принципі аналізу відбитого сигналу і формування в полярних координатах сигналу образу об'єкта, від якого відбивається сигнал. У багатьох випадках доцільно отримувати більш детальну інформацію про виявлений об'єкт. У цьому випадку, доцільно скористатися цифровими образами відповідної ділянки морської поверхні спільно із зображенням зареєстрованого радіолокаційною станцією об'єкта.

Особливо важливою ця можливість є у разі перебування судна в акваторіях порту або у складі каравану суден, чи якийсь їх сукупності. У сучасній навігації досить широко використовуються методи, які ґрунтуються на обробці цифрових образів, отриманих у результаті проведення зйомок деякого фрагменту морської поверхні відеокамерами або іншими засобами видового документування. Таку навігацію скорочено називають образною навігацією. Оскільки морська образна навігація є досить важливою компонентою системи управління судном, розглянемо більш детально основні завдання їх вирішення. До таких завдань слід віднести:

- позиціонування судна на водній поверхні;
- позиціонування об'єктів, які видимі навігаційними засобами, по відношенню до судна, що вирішує завдання навігації;
- розпізнавання об'єктів, які потрапили в область видимості навігаційної системи;
- визначення рівня небезпеки, яка може обумовлюватися відповідним об'єктом;
- визначення курсу виявленого об'єкту, якщо останній не є стаціонарним.

Завдання позиціонування об'єкта може вирішуватися відомими методами [3, 17]. Наприклад, методом навігаційного обчислення або методом прив'язки до місцеположення. Навігаційне обчислення ґрунтується на розрахунках координат точки об'єкта у тривимірній системі координат на основі кута між вертикальною віссю і напрямком до точки кута між проекцією направлення на горизонтальну площину і однієї з осей в цій площині, а також обчисленні відстані між початковою точкою і точкою об'єкту. Другий метод ґрунтується на використанні

принципів пеленга шуканої точки, який використовує два напрямки пеленга.

Завдання позиціонування об'єктів, які потрапляють в область навігаційної системи, на додаток до першої задачі, вирішує завдання супроводу рухомих об'єктів. Визначення швидкості для двомірного випадку ґрунтується на двох спостереженнях швидкості зміни відстані з двох опорних пунктів. У разі трьох вимірів необхідні три спостережені швидкості зміни відстані з трьох опорних точок, які вибираються як позиції об'єкта, який виробляє перераховані навігаційні обчислення розташування і швидкості.

Наведені вище короткі описи завдань навігації ілюструють доцільність їх вирішення на основі використання бортових навігаційних електронних засобів ДКЛА.

Завдання розпізнавання виявлених об'єктів є важливим в рамках системи, яка використовує ДКЛА, оскільки останній за допомогою бортової відеокамери передає образи в режимі реального часу. Можливість розпізнавання тих чи інших образів дозволяє вирішувати такі завдання:

- автоматичне визначення об'єктів, які для предметної області рішення прикладної задачі є важливими;
- визначення небезпек, які можуть ініціювати атаки на об'єкти захисту;
- виявлення загроз, котрі є характеристиками об'єкта захисту.

Виявлення загроз на об'єкті захисту реалізується в рамках наземних технічних засобів системи моніторингу та навігації, оскільки задачі розпізнавання є досить складними [15]. Для виявлення загроз, вирішуються задачі:

- розпізнавання небезпек,
- моделювання відповідних небезпекам атак, яким необхідні загрози, для успішної реалізації цих атак.

Отже, загроза характеризує ті "слабкі місця" об'єкту атаки, використовуючи які можна успішно проводити атаку на цей об'єкт. Якщо в якості прикладу розглядати морське середовище, то такою небезпекою можуть бути не ідентифіковані судна або інші засоби пересування. У таких випадках важливим завданням є розпізнавання відповідних об'єктів. Для вирішення доцільно використовувати можливість ДКЛА. Завдання розпізнавання та визначення рівня небезпеки є важливими також для забезпечення безпеки військового підрозділу. Наявність загальноприйнятих методик обчислення таких рівнів небезпеки дозволяє об'єктивно оцінювати необхідність і обґрунтованість використання тих чи інших засобів протидії виникаючим у цих випадках атакам. Це особливо актуально для випадків, коли рівень насиченості простору, в якому знаходиться підрозділ, іншими компонентами і, в першу чергу, компонентами захисту, є дуже

низьким. Одним з головних факторів, що визначають можливість вирішення такого завдання, є завчасне виявлення відповідних небезпек і досить повне їх розпізнавання. Для вирішення цього завдання, доцільно використовувати ДКЛА в якості засобів, що визначають необхідну небезпечну відстань до об'єкту, який може представляти собою небезпеку. У цьому випадку, одним з критеріїв використання ДКЛА є вартість самого апарату та вартість його обслуговування. Як правило, для визначення економічної доцільності застосування тих чи інших засобів забезпечення безпеки використовуються дані про випадки надзвичайних ситуацій, які відбулися і, при цьому, береться до уваги частота їх виникнення. Якщо частота їх виникнення не висока, то відповідні випадки оцінюються низько і необхідні рішення щодо забезпечення безпеки не є адекватними подіям, що мали місце. Наведені фактори свідчать про те, що засоби, які забезпечують необхідний рівень захисту, повинні створюватися не на основі економічного аналізу, а на рівні державних структур з відповідною державною підтримкою.

На основі використання ДКЛА можна створювати не тільки функціонально орієнтовані системи, але і системи підтримки інформаційних систем, в першу чергу, розподілених систем. Широко відомі технології створення віртуальних приватних мереж або VPN [16]. Ці мережі створюються в рамках існуючих стаціонарних фізичних каналів, які можуть бути радіоканалами (дротовими або волоконно-оптичними каналами), які вже використовуються. Природно, що такі фізичні канали можуть мати структуру, яка не охоплює необхідних або всіх фрагментів простору, в яких може виникнути потреба в обміні даними з іншими користувачами. Використання VPN в рамках існуючих каналів може призвести до необхідності використання значно більшої кількості вузлів, чим це може бути необхідно з точки зору фізичного розміщення в просторі абонента і джерела даних. Для зменшення необхідності використання великої кількості вузлів передачі даних можна використовувати спеціалізовані системи формування VPN на основі використання ДКЛА, оснащених спеціалізованим обладнанням, що вирішує завдання вузлів передачі даних і аналогічне наземним вузлам. Природно, що в цьому випадку переважають радіоканали. Прикладом такої системи можуть служити територіально розподілені пункти базування ДКЛА, які у випадку замовлення VPN на вказаний період часу забезпечують існування вузлів передачі даних. Такі системи особливо актуальні у випадках, коли необхідно сформувати канал з високим рівнем захисту в зонах простору, які не забезпечені необхідними стандартними засобами зв'язку. У цьому випадку, високий рівень захищеності забезпечується наступними особливостями функціонування такої мережі:

- використовувати канали фізично не є стаціонарними і тому менше схильні до атак хакерів або інших небезпек;
- кожен відрізок каналу може використовувати персональні методи захисту;
- кількість вузлів і геометрія їх з'єднання найбільш близька до геометрії фізичного простору, в якому відповідний канал реалізується.

Висновки

Наведені вище приклади і задачі не вичерпують можливостей застосування ДКЛА. Таким чином, аналіз задач (рис. 1), які виконують дистанційно керовані літальні апарати показав, що такі задачі відносяться до просторово розподіленої області задачі, що вирішується. Крім того, за допомогою застосування ДКЛА і вирішенню на його основі задач аналізу даних про розподілений простір, виникає можливість суттєво розширити діапазон вирішення задач навігації складних рухомих об'єктів. Тому, подальшим напрямком є проведення аналізу можливостей ДКЛА цивільної та військової сфери у вирішенні поставлених перед ними задач.

Список літератури

1. Артюшин Л.М. Воздушная разведка наземных целей беспилотными летательными аппаратами / Л.М. Артюшин, Ю.К. Ребрин, Ю.М. Черных. – К.: НАОУ, 2004. – 244 с.
2. Вихляев А.Ю. Новые задачи управления движением авиационно-космических систем при возникновении нештатных ситуаций / Вихляев А.Ю., Запара А.В., Машков О.А. – К.: АН Украины, 1994. – Тезисы докладов I Украинской конференции по автоматическому управлению. Ч. 2. – 1994. – С. 362.
3. Гофман-Велленгоф Б. Навігація. Основи визначення місцеположення та скеровування / Б. Гофман-Велленгоф, К. Легат, М. Візер – Л.: Львівський національний університет ім. Івана Франка, 2006. – 443 с.
4. Мосов С.П. Беспилотная разведывательная авиация стран мира: история создания, опыт боевого применения, современное состояние, перспективы развития / Мосов С.П. – К.: Изд. Дом «Румб», 2008. – 160 с.
5. Коробчинський М.В. Модель функціонально стійкої взаємодії в групі розвідувальних ДКЛА / М.В. Коробчинський // Вісник воєнної розвідки. – 2011. – №25. – С. 76-80.
6. Коробчинський М.В. Перспективний варіант побудови мережевої системи управління групою дистанційно керованих літальних апаратів / М.В. Коробчинський, Г.І. Вінніков // Вісник воєнної розвідки. – 2013. – №29. – С. 34-38.
7. Коробчинський М.В. Методика оцінки рівня безпеки польоту групи розвідувальних ДКЛА / М.В. Коробчинський, Г.І. Вінніков // Вісник воєнної розвідки. – 2013. – №30. – С. 25-29.
8. Коробчинський М.В. Можливості використання еволюційних моделей в системах управління розподіленими об'єктами розвідки / М.В. Коробчинський // Вісник воєнної розвідки. – 2013. – №32. – С. 25-29.
9. Коробчинський М.В. Анализ направлений развития дистанционно управляемых ЛА / М.В. Коробчинський // Зб. наук. праць “Моделювання та інформаційні технології”. – 2011. – №61. – С. 3-12.
10. Синтез структури складної системи на основі методів ранжування показників якості та багатокритеріального вибору варіантів / [О.А. Машков, М.В. Коробчинський, В.Р. Косенко, Б.В. Дурняк] // Зб. наук. праць “Моделювання та інформаційні технології”. – 2011. – №62. – С. 3-15.
11. Коробчинський М.В. Исследование метода моделирования взаимодействия между отдельными компонентами информационной системы / М.В. Коробчинський // Зб. наук. праць “Моделювання та інформаційні технології”. – 2012. – №65. – С. 174-182.
12. Коробчинський М.В. Особенности использования эвристических принципов в задачах управления ДКЛА / М.В. Коробчинський // Зб. наук. праць “Моделювання та інформаційні технології”. – 2012. – №66. – С. 191-199.
13. Коробчинський М.В. Моделювання управляючих процесів на основі використання логічних засобів / М.В. Коробчинський // Зб. наук. праць “Моделювання та інформаційні технології”. – 2013. – №67. – С. 69-76.
14. Коробчинський М.В. Моделювання процесів функціонування інформаційних складових системи управління рухомими компонентами / М.В. Коробчинський // Зб. наук. праць “Моделювання та інформаційні технології”. – 2013. – №68. – С. 98-106.
15. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: в 2 т. / Прэтт У.: пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – 792 с.
16. Сталлинг В. Защита данных в сетях интернет / В. Сталлинг. – М.: Изд. Дом «Вильямс», 1999. – 437 с.
17. Hofmann-Wellenhof B. Global Positioning System. Theory and practice. / B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, J. Collins. – Springer, Wien (Austria), 1993. – 347 p.

Надійшла до редколегії 01.11.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.А. Машков, Державна екологічна академія післядипломної підготовки та управління, Київ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ГРАЖДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

М.В. Коробчинский

Проводится анализ задач не военного характера, которые выполняются с помощью робототехнических информационных систем. В нашем случае под этими системами рассматриваются дистанционно управляемые летательные аппараты.

Ключевые слова: дистанционно управляемые летательные аппараты, информационное обеспечение, мониторинг окружающей среды, распределенные объекты, подвижные объекты, процесс решения задачи.

USING DISTANCE OPERATED FLYING APPARATUS FOR CIVIL PURPOSES

M.V. Korobchinskiy

In this article is providing analyse of problems not military character which are solved with the robotics information systems. In our case under those systems we are considered distance operated flying apparatus.

Keywords: distance operated flying apparatus, information support, the environment monitoring, the distributed objects, mobile objects, process of the decision of a problem.