

УДК 614.84:355.469.34

Нікулін О.Ф., д-р техн. наук, Чумаченко С.М., д-р техн. наук, Кропивницький В.С.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНОГО КАТЕРУ UMS-1000 ЗА РАХУНОК ЛЕГКОГО БЕЗПІЛОТНОГО АВІАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ

Розглянуто можливі шляхи підвищення ефективності застосування пожежно-рятувального катеру за рахунок його оснащення легким безпілотним авіаційним комплексом (БЛАК). Сформульовано вимоги до умов застосування та бортового обладнання безпілотного літального апарата та можливі стратегії його застосування.

Ключові слова: пожежно-рятувальний катер, безпілотний авіаційний комплекс, спостереження, моніторинг, ефективність.

A. Nikulin, Doc. of Sc. (Eng.), S. Chumachenko, Doc. of Sc. (Eng.), V. Kropivnizki

WAYS OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF FIRE AND RESCUE BOATS UMS-1000 DUE TO LIGHT UNMANNED AVIATION SYSTEMS

The possible ways to improve the use of fire-rescue boat due to its easy snap unmanned aviation systems. The requirements to the terms of use and onboard equipment unmanned aerial vehicle and possible strategies of its application.

Keywords: fire-rescue boat, set unmanned aircraft, surveillance, monitoring, performance.

Серед природно-техногенних загроз слід окремо відмітити небезпеки, що виникають в морських, річкових та прибережних регіонах нашої держави. Ці небезпеки пов'язані з виникненням пожеж та інших можливих техногенних аварій і катастроф, для ліквідації яких розробляється ряд сучасних інноваційних технічних комплексів, серед яких слід відмітити пожежно-рятувальний катер UMS-1000 (рис. 1). Однією із складових елементів, що дозволить підняти ефективність його застосування є застосування легкого безпілотного авіаційного комплексу (БПАК), який може забезпечити спостереження за розвитком ситуації в зоні пожежогасіння в реальному масштабі часу та наведення і цілевказівку рятувальниками.



Рисунок 1 – Пожежно-рятувальний катер UMS - 1000

Ретроспективний аналіз розвитку безпілотників свідчить про значний прогрес протягом останнього десятиліття у застосуванні їх під час пожежогасіння. У червні 2006 р. лісова служба США (US Forest Service) і національне аерокосмічне агентство (NASA) провели серію експериментів із застосування БПЛА наземними пожежними командами. Відпрацьовувалися завдання виявлення лісових пожеж та здійснення огляду їх меж [1]. "Бойове хрещення" БПЛА «Альтаір» (США) з вирішення завдань пожежної охорони лісів відбулося у 2006 р. Він використовувався при організації гасіння лісових пожеж в Palm Springs (Каліфорнія). БПЛА здійснював безперервний контроль меж пожежі площею 60 тисяч акрів, пролітаючи над вогнем протягом 16 годин, за що одержав високу оцінку від служби охорони лісів США.

У Росії перший подібний експеримент було здійснено 7 серпня 2006 р. на аеродромі м. Володимира фахівцями ФДУ «Авіалісоохорона» (м. Пушкіно) і ЗАТ «Енікс» (м. Казань). Використовувався 3-кілограмовий апарат «Елерон», здатний літати на висоті до 3 км зі швидкістю до 100 км/год.

У 2006 році лісовий департамент Швеції також запропонував використовувати БПЛА для пожежної інвентаризації лісів.

На сьогоднішній день проблему забезпечення актуальною та достовірною інформацією для гасіння масштабних берегових та портових пожеж не вирішено повною мірою. Для проведення розвідки в морських та річкових регіонах застосовуються безпілотні літальні апарати корабельного та катерного базування, про що свідчить ряд публікацій у вітчизняних та зарубіжних джерелах [2, 3, 4].

Якщо звернутись до історії, то безпілотні технології існують ще з часів Другої світової війни. Спочатку вони були складними і дорогими комплексами, що мали тільки військове призначення. Активний поштовх до їх застосування у військовій сфері дав досвід арабо-ізраїльських воєн, під час яких безпілотники зарекомендували себе як ефективний засіб повітряного спостереження, розвідки, ведення радіоелектронної боротьби та високоточного ураження наземних цілей. Але протягом останнього десятиліття у цій предметній галузі відбувся справжній технологічний прорив. Мініатюризація обчислювальних приладів та систем дистанційного зондування Землі і розвиток супутникової навігації (GPS/ГЛОНАСС) дозволили створити безпілотні літальні апарати (БПЛА), у яких габарити, маса, а головне - вартість на порядок а то і на два менші попередніх аналогів.

Зростання потреби в БПЛА в різних країнах цілком закономірне. Практичний досвід застосування БПЛА провідними країнами виявив широкий набір цивільних завдань, при вирішенні яких безпілотники показують високу ефективність.

Як свідчить аналіз публічно доступних документів організації Європейського Союзу, розподіл споживчого попиту за період з 2015 до 2020 років для цивільних БПЛА виглядає наступним чином: 45% - урядового контролю у сфері внутрішніх справ та екологічного моніторингу, 25% - для пожежогасіння, 13% - сільського та лісового господарства, 10% - енергетики, 6% - огляду земної поверхні, 1% - зв'язку та мовлення [4].

Метою роботи було дослідження можливості підвищення ефективності використання пожежно-рятувального катеру UMS-1000 за рахунок оснащення і застосування БПАК.

Серед існуючих схем компоновки БПЛА, які базуються на борту корабля або катера, можна виділити наступні (рис. 2): вертолітна (а,б); літакова (в); схема літаюче крило (г) автожирна (д); вертикального зльоту (е, ж); типу «літаюча тарілка» (з); комбінована схема апарату напіваеростатного типу (і).

Основні завдання для бортового інформаційного комплексу БПЛА корабельного або катерного базування наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Завдання для бортового інформаційного комплексу БПЛА

Зміст завдання	Спосіб розв'язування завдання	Об'єкти спостереження
Оперативне обстеження протяжних ділянок водної, морської і льодової поверхні	- спостереження	- протяжна ділянка водної, морської й льодової поверхні
Моніторинг великих портів і т.ін. Огляд стану технічних споруд (мостів, гребель і т.ін.)	- спостереження - високоточне визначення координат складової частини складного об'єкта	- складний об'єкт моніторингу
Постійне й тривале спостереження за об'єктами, що рухаються (річковий і морський транспорт і ін.)	- спостереження - супровід, високоточне визначення координат, швидкості і напрямку руху	- простий об'єкт

Як бачимо найбільш складним завданням для інформаційного комплексу БПЛА є спостереження:

1) спостереження на ділянці водної, морської й льодової поверхні на великій площі або довжині, пошук і виявлення джерел загоряння, розпізнавання й високоточне визначення їх координат.

2) спостереження за стаціонарними та рухомими об'єктами морських портів або прибережних територій в період пожежогасіння на протязі тривалого проміжку часу;

3) спостереження за морськими або річковими об'єктами, що рухаються, з періодичним (якщо буде потрібно) визначенням їхніх координат.



а)



б)



в)



г)

Рисунок 2 – Можливі схеми компоновки пожежних БПЛА корабельного або катерного базування, що можуть застосовуватись для моніторингу пожеж або надзвичайних ситуацій

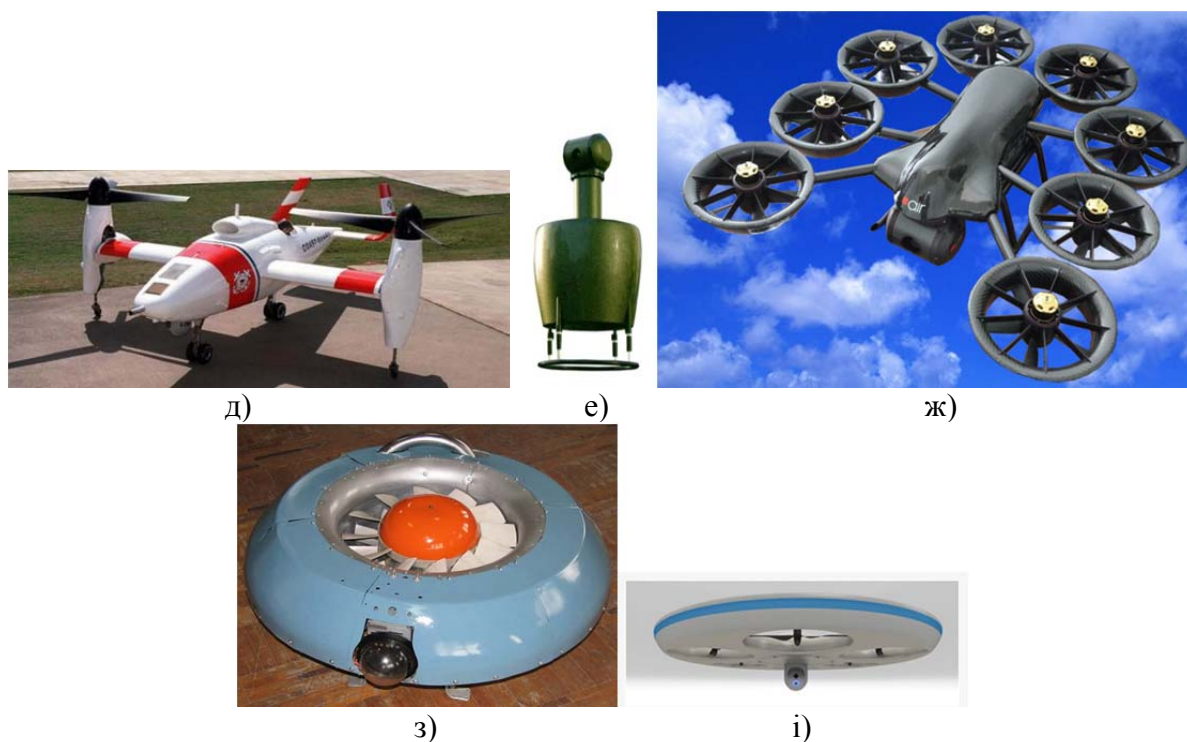


Рисунок 2 – Можливі схеми компоновки пожежних БПЛА корабельного або катерного базування, що можуть застосовуватись для моніторингу пожеж або надзвичайних ситуацій (продовження)

На сьогодні структурні підрозділи ДСНС України не оснащені БПАК, необхідними для термінової розвідки важкодоступних прибережних зон надзвичайних ситуацій та спостереження і пошуку морських і річкових суден для оперативного виявлення очагів загорання на них. У зв'язку з цим, територіальні органи ДСНС, як правило, використовують пілотовану авіацію, що не завжди ефективно через досить тривалий час реагування (до 6 годин), великі фінансові витрати, жорстку залежність від погодних умов тощо.

Однак, найбільш перспективне технологічне розв'язання проблеми виявлення джерел прибережних пожеж, у відкритому морі або на річці зокрема є застосування БПЛА, які можуть відігравати ключову роль у координації дій пожежно-рятувального катера UMS-1000 та пожежно-рятувального десанту під час гасіння пожеж. Значну роль при цьому можуть відігравати інформаційно-телекомунікаційні технології, що дозволять забезпечувати керівника гасіння пожежі та окремих пожежних і рятувальників достовірною інформацією в реальному масштабі часу (рис. 3).

БПЛА літакового й вертолітного типів оснащуються електричними силовими установками або двигунами внутрішнього згорання (ДВЗ).

Для забезпечення інформаційно-телекомунікаційної технології для підтримки прийняття рішень та оптимізації управління процесом застосування БПАК з пожежно-рятувального катеру UMS – 1000 (рис. 3) використовують наступні апаратні засоби:

- 1) не менш двох літальних апаратів, розташованих у захисних кейсах (сумках) вагою не більш 15-20кг, зручних для транспортування на катері;
- 2) наземна станція управління (НСУ) з ноутбуком спеціального виконання (протиударне, волого-пилозахисне виконання). Мінімальні рекомендовані: обсяг жорсткого диска 500 Гб, обсяг оперативної пам'яті 16 Гб;
- 3) приймально-передавальна антена в комплекті з автоматичним слідуючим пристроєм і сполучним кабелем;

- 4) щогла й (або) штатив для кріплення приймально-передавальної антени;
- 5) зарядна станція (зарядний пристрій) з комплектом акумуляторних батарей або запас ПММ для двигунів БПЛА;
- 6) пускова установка*: ручна – гумовий джгут з карабіном (2 комплекти), і (або) механічна (пневматична) катапульта. *(для БПЛА літакового типу);
- 7) бортовий інформаційно-телекомунікаційний комплекс:
 - відеокамери оптичного діапазону;
 - відеокамери інфрачервоного (ІЧ) діапазону (тепловізори);
 - сполучені відеокамери (оптичного й ІЧ діапазонів);
 - фотоапарати оптичного діапазону;
 - ретранслятори радіозв'язку;радіолокаційні засоби.

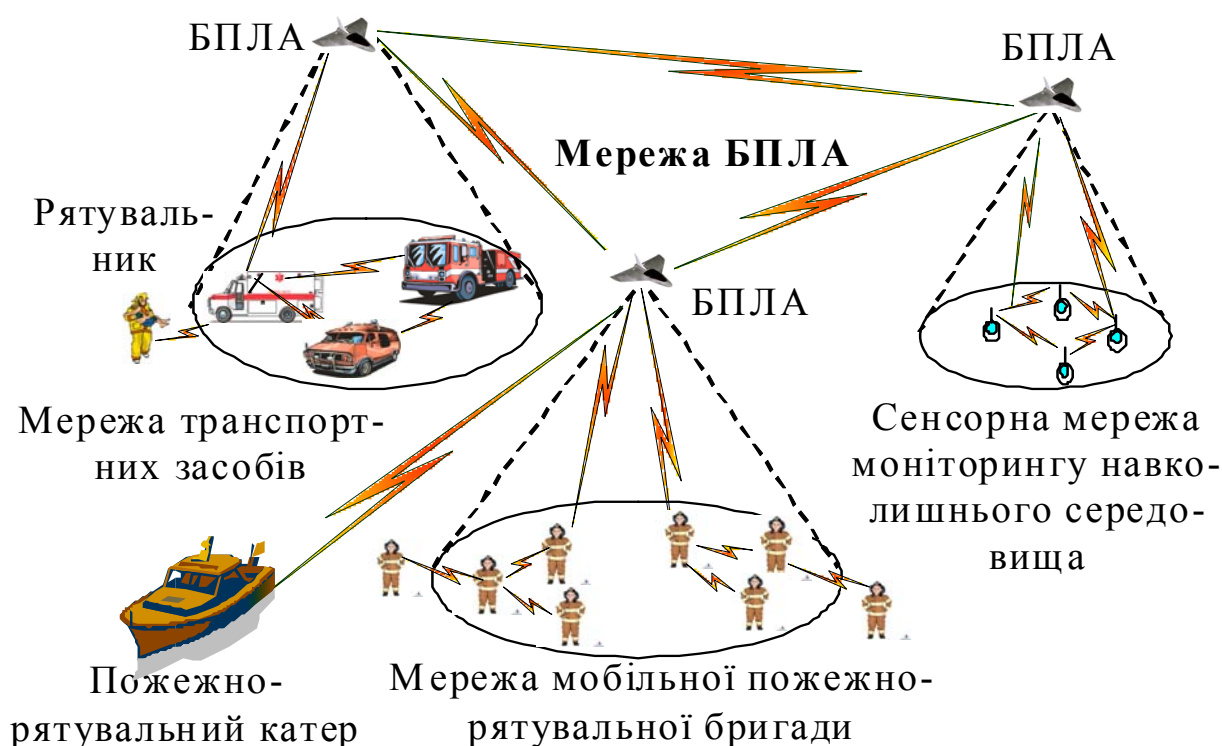


Рисунок 3 – Концептуальна схема застосування БПЛА з пожежно-рятувального катера UMS-1000

Залежно від типу БПЛА відео (фото) камери можуть встановлюватися в носовій частині фюзеляжу, крилі або під фюзеляжем. Об'єктиви відео (фото) камер можуть бути нерухомими або мати одну або дві ступені свободи, і так само змінну фокусну відстань (трансфокатор).

Для моніторингу пожежі найкращими є відеокамери турельного типу, що встановлюються на гіростабілізованих платформах під фюзеляжем БПЛА і які забезпечують круговий огляд нижньої півсфери.

Для зйомки окремих ділянок пожежі та місцевості найкращими є фотоапарати, встановлені нерухомо в крилі або під фюзеляжем БПЛА.

Для організації пошуку, у випадку аварійної посадки, рекомендується оснащувати БПЛА пошуковими маяками й засобами пошуку. Час автономної роботи маяків повинен бути не менш 6 годин.

Сигнали керування польотом передаються із НСУ на борт БПЛА й зворотньо на НСУ в УКВ діапазоні, що вимагає знаходження літального апарата в зоні «прямої радіовидимості» із антеною НСУ. Гранична дальність приймання УКВ сигналів залежить від конкретних характеристик застосовуваних комплексів БПЛА, наприклад, на частотах 910-920 МГц вона становить близько 10-15 км.

В зоні польоту БПЛА можуть бути присутні перешкоди, які створюють «мертву зону» для приймання УКВ сигналу, це необхідно враховувати при плануванні маршруту й висоти польоту.

Патрульний політ при нормальній видимості рекомендується виконувати на висоті 600-800 м. У якості патрульних карт використовуються топографічні карти масштабу 1:100000 – 1:200000 або їх копії, а також лісопожежні карти.

В ході виконання польоту по маршруту авіаційного патрулювання локальної прибережної території, оператор, здійснюючи перегляд відеозображення, переданого із БПЛА в режимі реального часу, веде спостереження за появою диму й одночасно контролює параметри польоту (особлива увага приділяється дальності БПЛА від точки старту, швидкості й напрямку вітру, залишковій ємності батарей). Відеокамеру БПЛА слід встановлювати таким чином, щоб забезпечувався огляд підстилаючої місцевості та водної поверхні, із частковою видимістю об'єкту. Помітивши дим, оператор переводить режим польоту БПЛА в ручний або напівавтоматичний, вносить зміни в маршрут польоту й направляє його до місця його виникнення.

Для визначення з повітря виду пожежі служать наступні ознаки:

- при застосуванні відеокамери оптичного діапазону межі на ранній стадії виникнення пожежі погано помітні, дим підіймається по всій площі пожежі, вогонь не видний; на розвиненій пожежі кордони вигорілої площі добре помітні, дим зосереджений на периферії пожежі, вогонь не видний.

- при застосуванні відеокамер ІЧ- діапазону (тепловізорів) межі пожежі чітко видні. Більш світлі тони відповідають ділянкам з високою температурою горіння.

Загальний огляд пожежі проводиться з висоти 600-800 м. Встановивши місце й вид пожежі, оператор засікає його координати, наносить межі на карту (карту-схему) району виконання робіт з пожежогасіння.

Після проведення загального огляду висота польоту знижується для детального огляду пожежі (200-300 м). Проводиться опис району пожежі. Встановлюється наявність або відсутність на пожежі людей, техніки, визначається інтенсивність пожежі.

Для визначення інтенсивності пожеж служать наступні ознаки:

- при сильній інтенсивності пожежі полум'я видне з висоти 200 м по всьому фронту пожежі;

- при середній інтенсивності пожежі полум'я з висоти 200 м видне лише на окремих ділянках пожежі;

- при слабкій інтенсивності пожежі вогонь із висоти 200 м непомітний.

При огляді пожежі оператор самостійно встановлює найнебезпечніші напрямки поширення пожежі, разом із особою, що приймає рішення, визначає тактику й техніку гасіння пожежі, природні перешкоди, які можна використовувати для зупинки вогню, а так само потрібну кількість технічних засобів і людей. При цьому слід урахувувати ймовірне поширення пожежі до прибуття сил і засобів пожежогасіння.

Якщо в процесі зниження спостерігається погіршення переданого з борту БПЛА відеосигналу, то для детального огляду рекомендується використовувати трансфокатор відеокамери (наближення об'єкта).

Для документування лісових пожеж рекомендується робити фотографування місць їх виникнення за допомогою фотоапарата або відеокамери (стоп-кадр) (рис. 4).



Рисунок 4 - Приклад документування лісових пожеж

У випадку, коли БПЛА з будь-яких причин не може затримуватися для уточнення місця пожежі, то необхідно зробити повторний запуск БПЛА, а у випадку великого віддалення джерела загоряння – змінити положення пожежно-рятувального катера UMS-1000 для старту БПЛА.

Важливу роль у керуванні пожежною оперативною обстановкою має знання динаміки розвитку пожежі в часі з моменту її виникнення, наступного гасіння й ліквідації. Тривалість дії пожеж визначає витрати матеріальних і трудових ресурсів на їх ліквідацію і викликаних ними негативних наслідків. Основним завданням керування пожежами є скорочення строків їх дії на стадіях, що передують початку гасіння, і на наступних етапах їх ліквідації, що дозволяє знизити величину умовно допустимої площі пожежі.

Як відомо, розвиток пожежі при відсутності керуючих впливів протікає за наступною схемою: виникнення горіння горючих матеріалів (самозаймання, змушене загоряння й запалювання), поширення горіння по площі, згоряння горючих матеріалів і потухання. Аналіз часової структури процесів розвитку пожежі, її гасіння й ліквідації дозволяє виділити наступні часові етапи:

- 1) час дії пожежі до виявлення – початковий схований проміжок часу горіння до моменту виявлення пожежі;
- 2) час очікування з моменту виявлення пожежі до прибуття катера до місця пожежі;
- 3) час ходу катера до місця розвитку пожежі;
- 4) розвідка пожежі (з моменту прибуття катера до початку гасіння);
- 5) час зупинки пожежі (ліквідація полум'яного горіння на крайці пожежі);
- 6) час локалізації пожежі (ліквідація безполум'яного горіння на крайці);
- 7) час дотушування пожежі (гасіння явних вогнищ горіння на площі пожежі);
- 8) час окараулювання (гасіння схованих вогнищ горіння до ліквідації пожежі).

Завдяки використанню БПЛА, починаючи з етапу розвідки й закінчуючи окараулюванням зони пожежі, оператор може прийняти і реалізовувати рішення щодо операцій з пожежогасіння у найкоротші строки.

Найчастіше використовують модель просторового руху БПЛА у вигляді баражування в зоні пожежі з метою спостереження за обстановкою у тактичній глибині (рис. 5), дозволяє реалізувати режими передачі моніторингової інформації в режимі часу, близькому до реального. Використання РЛС бокового огляду (РЛСБО) або оглядового багатооб'єктивного

оптико-електронного обладнання (ОЕО) забезпечує огляд території пожежі. Найкращі результати моніторингу цим методом досягаються при використанні БПЛА великої тривалості польоту. При цьому особа, що прийняла рішення (ОПР), оператор або керівник гасіння пожежі (КГП) постійно одержує інформацію:

- про вид і розміри пожежі, рельєф місцевості, швидкості й напрямки поширення вогню, очікуваний розвиток пожежі в період її гасіння, ймовірності її поширення на населені пункти, пансіонати, будинки відпочинку;
- про ділянки, де можливий найбільш інтенсивний розвиток пожежі.

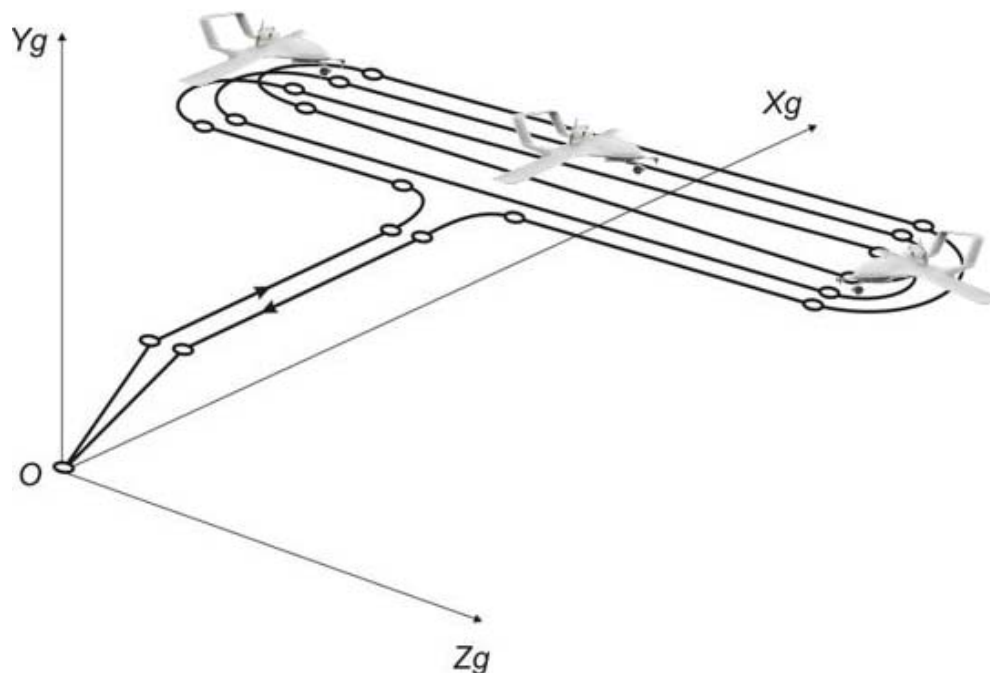


Рисунок 5 - Приклад баражування БПЛА в зоні пожежі

Для ефективної організації гасіння ОПР одержує наочну інформацію про:

- можливі перешкоди, що сприяють зупинці вогню;
- вигідні для організації захисту рубежі;
- межі пожежі;
- наявність і можливості використання природних водних джерел;
- безпечні місця стоянки транспортних засобів і шляхів відходу людей у місця прикриття на випадок прориву вогню.

За необхідності, оцінивши обстановку на підставі даних, отриманих із БПЛА, ОПР вчасно приймає рішення на маневр сил і засобів, вибір вирішального напрямку дій по гасінню пожежі [5].

Застосування БПАК є економічно вигідним, тому що вартість однієї могодини роботи безпілотних систем у п'ять і більше раз менше вартості роботи звичайних типів літаків і вертольотів, що застосовуються. Оснащення БПЛА тепловими датчиками інфрачервоного і мікрохвильового діапазонів як інструментальних засобів розвідки та діагностики пожеж слід визнати основним напрямком удосконалювання інформаційно-телекомунікаційних технологій. Теплолокатор мікрохвильового діапазону (РТЛ) здатний одержувати інформацію про положення палаючої кромки й довжини активної зони горіння.

Порівняльний аналіз інформаційно-телекомунікаційних технологій показав, що найбільшою інформативністю при розв'язанні завдань спостереження пожеж характеризується міліметровий діапазон радіохвиль. Міліметровий локатор повинен мати:

- високу ймовірність виявлення вогнища;
- максимальну ширину смуги огляду;

- можливість випереджального (по польоту) одержання інформації про положення палаючої кромки [11].

Таким чином, одним із дієвих шляхів підвищення ефективності застосування пожежно-рятувального катеру UMS-1000 є дооснащення його безпілотним авіаційним комплексом у складі трьох БПЛА, які дозволять забезпечити актуальною інформацією про стан гасіння пожежі, навколишнього середовища в зоні надзвичайної ситуації, надійним покриттям і зв'язком з кризовим центром ДСНС пожежно-рятувального катеру, пожежно-рятувального десанту в морських, річкових та прибережних районах.

В подальших дослідженнях буде проведено експертну оцінку можливих аеродинамічних компоновок БПЛА для пожежно-рятувального катера, моделювання сценаріїв застосування цих варіантів з метою вибору найбільш оптимального з точки зору забезпечення необхідної ефективності виконання операцій з пожежогасіння в прибережних, річкових та морських районах України. Надалі можна буде конкретизувати і розвивати окремі напрямки застосування БПАК з пожежно-рятувального катеру UMS-1000 для типових районів і об'єктів: місто та приміські райони; порт, припортова інфраструктура (у т.ч. нафтотермінали, заводи, склади тощо); морська нафтова платформа (бурова); природоохоронні об'єкти (плавні, заповідники тощо); військово-морські бази та полігони.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Журнал Лесное хозяйство - 2009 - №3 – С.39-40.
2. Каргопольцев В.А. Проблемы создания беспилотной гражданской авиации. / В.А. Каргопольцев, В.А. Подобедов // Полет. - 2007. - № 11. - С. 11-15.
3. Лукашев Э.Г. Архитектоника беспилотных комплексов. Впечатления вот выставки «Беспилотные многоцелевые комплексы в интересах ТЭК UVS-TECH-2008» /Э.Г. Лукашева, А.А. Силкин, Н.В. Чистяков: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://dpla.ru/UVS-TECH-2008.htm>.
4. «Гражданские перспективы беспилотников», Владимир Карнозов Электронный ресурс [Беспилотная авиация, www.uav.ru] (спецвыпуск Milex — ISSE 2011), изд. ООО Информационно-аналитический центр «Новые технологии».
5. Уголок неба: Авиационная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.airwar.ru/

