

О.М. Рощенко

Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз Служби безпеки України, м. Київ

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3562-5428>

БЕЗПЛОТНИЙ ЛІТАЛЬНИЙ АПАРАТ, ЯК ОСНОВА У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ОХОРОНИ ОСОБЛИВО ВАЖЛИВИХ ОБ'ЄКТІВ

У статті досліджується безпілотний літальний апарат, як основа у забезпеченні охорони особливо важливих об'єктів. Підкреслено, що для забезпечення безпеки особливо важливих об'єктів необхідна достовірна, повна і своєчасна інформація про них, одним з найбільш перспективних методів освітлення обстановки є дистанційний моніторинг, який здійснюється на базі безпілотного літального апарату. Зазначається, що класифікація безпілотного літального апарату в основному базується на двох різних методах: технічні характеристики та сфера використання, а метрики для класифікації БПЛА включають у свій перелік: середню вагу взяття на борт, розмір, умови експлуатації, можливості або будь-яку комбінацію цих та інших специфічних характеристик. Наведено загальну класифікацію безпілотного літального апарату яку представлено у табличному вигляді із відокремленням категорій БПЛА за масою, дальністю та висотою польоту, а також тривалістю польоту. Запропоновано структуру безпілотної повітряної системи, яка включає в себе безпосередньо БПЛА та наземну станцію дистанційного управління. Описано складову частину БПЛА, що використовуються для захисту особливо важливих об'єктів. Сформовано архітектуру формування ліній захисту у рамках безпілотної повітряної системи, яка детально описує складові частини та зв'язок між ними при забезпеченні захисту об'єкту, що охороняється. Відокремлено завдання, які дозволяють вирішити застосування БПЛА для дистанційного моніторингу особливо важливих об'єктів та запропоновано для проведення повітряної розвідки окремі типи БПЛА з урахуванням сфери захисту. Наголошено, що проведення дистанційного моніторингу особливо важливих об'єктів і територій навколо них за допомогою безпілотних літальних апаратів істотно заощаджує кошти і відкриває нові можливості для безпечної експлуатації об'єкта.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, охорона, особливо важливі об'єкти, атака, захист.

А.Н. Рощенко

БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ, КАК ОСНОВА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ОХРАНЫ ОСОБО ВАЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

В статье исследуется беспилотный летательный аппарат, как основа в обеспечении охраны особо важных объектов. Подчеркнуто, что для обеспечения безопасности особо важных объектов необходима достоверная, полная и своевременная информация о них, одним из наиболее перспективных методов освещения обстановки является дистанционный мониторинг, осуществляемый на базе беспилотного летательного аппарата. Отмечается, что классификация беспилотного летательного аппарата в основном базируется на двух различных методах: технические характеристики и сфера использования, а метрики для классификации БПЛА включают в свой перечень: средний вес взятия на борт, размер, условия эксплуатации, возможности или любую комбинацию этих и других специфических характеристик. Приведена обобщенная классификация беспилотного летательного аппарата представленная в табличном виде с отделением категорий БПЛА по массе, дальностью и высотой полета, а также продолжительностью полета. Предложена структура беспилотной воздушной системы, которая включает в себя непосредственно БПЛА и наземную станцию дистанционного управления. Описаны составную часть БПЛА, используемых для защиты особо важных объектов. Сформирована архитектура формирования линий защиты в рамках беспилотной воздушной системы, которая подробно описывает составные части и связь между ними при обеспечении защиты охраняемого объекта. Обособленно задачи, которые позволяют решить применение БПЛА для дистанционного мониторинга особо важных объектов и предложены для проведения воздушной разведки отдельные типы БПЛА с учетом сферы защиты. Отмечено, что проведение дистанционного мониторинга особо важных объектов и территорий вокруг них с помощью беспилотных летательных аппаратов существенно экономит средства и открывает новые возможности для безопасной эксплуатации объекта.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, охрана, особенно важные объекты, атака, защита.

O. Roschenko

PILOTLESS AIRCRAFT AS BASIS IN PROVIDING OF ESPECIALLY IMPORTANT OBJECTS GUARD

The article investigates the aerial vehicle has been studied as a basis for ensuring the protection of particularly important objects. It is emphasized that to ensure the safety of especially important objects, reliable, complete and timely information about them is needed, one of the most promising methods of lighting the situation is remote monitoring, which is carried out on the basis of unmanned aerial vehicles. It is noted that the classification of unmanned aerial vehicles is mainly based on two different methods: technical characteristics and scope, and the metrics for the classification of UAVs include:

average weight taken on board, size, operating conditions, capabilities or any combination of these and other specific characteristics. The general classification of unmanned aerial vehicles is presented, which is presented in tabular form with the separation of UAV categories by weight, range and flight altitude, as well as flight duration. The structure of an unmanned aerial system is proposed, which includes a UAV and a remote control ground station. Describes the components of UAVs used to protect particularly important objects. An architecture for the formation of protection lines within an unmanned aerial system has been developed, which describes in detail the components and the relationship between them in ensuring the protection of the protected object. The tasks that allow solving the use of UAVs for remote monitoring of particularly important objects are highlighted and certain types of UAVs are proposed for air reconnaissance, taking into account the scope of protection. It is emphasized that remote monitoring of especially important objects and territories around them with the help of unmanned aerial vehicles significantly saves money and opens new opportunities for safe operation of the object.

Keywords: unmanned aerial vehicle, security, especially important objects, attack, defense.

Постановка проблеми. На початку XXI століття великі технологічні досягнення змінили характер механізмів захисту особливо важливих об'єктів. Безпілотні повітряні / наземні транспортні засоби та роботи, почали використовувати для захисту особливо важливих об'єктів. Військові чи комерційні безпілотні літальні апарати (БПЛА), широко відомі під назвою «безпілотники», є найбільш характерними проявами технологічного розвитку в наш час. США та інші країни-члени НАТО зробили важливі інвестиції у розвиток та модернізацію БПЛА. Ліквідація цілей, здатність до експлуатації у районах, важких та небезпечних для людей, низька вартість у порівнянні з іншими літаками та мінімальний ризик втрат – це головні причини, щоб віддати перевагу БПЛА.

Оперативне використання повітряних транспортних засобів, таких як БПЛА, для захисту особливо важливих об'єктів вже давно обговорюється в контексті прав людини, загальних принципів права та принципів захисту державних кордонів. Поки це обговорення триває, організації адаптували технологію БПЛА до своєї власної діяльності з точки зору асиметричної війни. Використання організаціями технології БПЛА явно не було бажаним наслідком технологічного вдосконалення. Той, хто має достатньо технічних можливостей та інформації про БПЛА, може атакувати критичну інфраструктуру країни, нанести шкоду особливо важливим об'єктам (об'єкти нафтогазової галузі, електроенергетики, права державної власності, тощо).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання БПЛА для виконання різноманітних задач у різноманітних сферах досліджувалося як вітчизняними та зарубіжними вченими.

Практичні рекомендації щодо застосування безпілотного літального апарату для пошуку правопорушника державного кордону за цілевказанням розробили М. І. Лисий, Ю. О. Бабій та В. В. Поліщук [1]. Автори пропонують практичні рекомендації щодо застосування безпілотного літального апарату для пошуку правопорушника, що стосується режиму польоту за цілевказанням, тобто за відомими координатами і часом первинного виявлення правопорушника на лінії інженерних прикордонних споруджень.

Методи та інформаційна технологія автоматизованого планування маршрутів польотів безпілотних літальних апаратів для підвищення ефективності пошуку об'єктів розкрив А. О. Бережний [2]. С. П. Мосов, Ю. В. Мамчур, В. С. Міхеєв, С. Й. Хорошилова [3] дослідили принципи застосування повітряно-космічних засобів в інтересах охорони та контролю державного кордону. Авторами акцентовано увагу на застосуванні безпілотної авіації у прикордонних відомствах зарубіжних країн. Узагальнено завдання космічного моніторингу в інтересах національної та прикордонної безпеки.

І.О. Кашаєв, О.А. Усачова, С.М. Новічонок, В.М. Петров [4] розглянули питання щодо перспективних напрямів вдосконалення засобів та методів моніторингу об'єктів аеродромної інфраструктури для покращення якісних та часових показників контролю готовності аеродрому та засобів аеродромно-технічного забезпечення (АТЗ) до польотів. Науковці дослідили існуючі методи оцінки стану покриттів та несучої здатності злітно-посадкової смуги для підтримки її в належному експлуатаційно-технічному стані. Методику забезпечення безпеки застосування БПЛА при виконанні спеціальних задач в складних умовах розробили Ю. Г. Данник, І. С. Катеринчук, І. І. Балицький [5]. Оцінка характеристик пошуку правопорушника за цілевказанням із застосуванням безпілотного літального апарату наведена у [6].

Удосконалення методики військовоекономічної оцінки ефективності застосування безпілотного літального апарату за комплексом показників для пошуку правопорушника за цілевказанням від радіоелектронного комплексу моніторингу запропоновано у [7].

Із зарубіжних варто рів варто відзначити такі роботи як: Qiwan Huang, Jian Yao, Qun Li, Yifan Zhu [8], Coutinho W. P., Fliege J., Battarra M.[9], Mustapha Bekhti, Marwen Abdennebi, Nadjib Achir, Khaled Boussetta [10], Jilkov V. P., Li X. R., DelBalzo D. [11], Plastiras G., Kyrkou C., Theocharides T.[12] та інші.

Проте, враховуючи описані наукові набутки, за темою, питання дослідження безпілотного літального апарату, як основи у забезпеченні охорони особливо важливих об'єктів залишається відкритим та потребує детального опрацювання.

Постановка завдання. Дослідити безпілотний літальний апарат, як основу у забезпеченні охорони особливо важливих об'єктів.

Викладення основного матеріалу дослідження. Проектування та виробництво БПЛА більше не перебуває під державною монополією. Розробка та реалізація готових рішень розосереджено на веб-сайтах електронної комерції. Доступ до цієї технології мають як державні установи, які використовують описану технологію для реалізації державних потреб (захисту, управління, контролю, тощо), так і приватні установи, хакери, терористи, та інші. Деякі атаки безпілотних літальних апаратів, організовані терористичними організаціями, були попереджені силами безпеки за допомогою спеціальних заходів, проте апаратна складова новітніх розробок вимагає детального дослідження структурної складової системи безпілотної авіації.

Для забезпечення безпеки особливо важливих об'єктів необхідна достовірна, повна і своєчасна інформація про них. Одним з найбільш перспективних методів освітлення обстановки є дистанційний моніторинг, який здійснюється на базі безпілотного літального апарату. Безпілотний літак (БЛ) визначається як літак, який не має оператора-людини [13]. Система безпілотного літального апарату (БЛА) визначається як система, компоненти якої включають безпілотний літак та все обладнання, мережу та персонал, необхідні для управління безпілотним літаком. Ключове слово у визначенні «система» означає віддалено керована командою та наземна система підтримки. Будь-який літак, що не має цих систем, визначається як безпілотний літак (БЛ) або безпілотний літальний апарат (БЛА).

Класифікація БЛА в основному базується на двох різних методах: по-перше, технічні характеристики; і, по-друге, сфера використання. Метрики для класифікації БПЛА включають у свій перелік: середню вагу взяття на борт, розмір, умови експлуатації, можливості або будь-яку комбінацію цих та інших специфічних характеристик.

Одна з найбільш допустимих класифікацій БПЛА наведена у таблиці 1.

Таблиця 1.

Загальна класифікація БЛА

Категорія	Маса (кг)	Дальність (км)	Висота польоту, км	Тривалість польоту, годин
Мікро літак	<5	<10	250	< 2
Міні літак	<20/25/30/150	<10	150	< 2
Літак близького діапазону	25 - 150	30	3	4
Літак близької дальності	50 - 250	30 - 70	3	6
Літак середнього діапазону	150 - 500	70 - 200	5	10
Витривалий літак	500 - 1500	> 500	8	15
Літак з показниками польоту:				
Низька висота. Довга витривалість	15 - 25	>1000	3	> 24
Середня висота. Довга витривалість	1000 - 10000	>1000	10 / 8	24 - 48
Максимальна висота. Довга витривалість	2500 - 5000	> 2000	20	24 - 48
Стратосферний літак	> 2500	> 2000	> 20	> 48
Безпілотний бойовий літак	> 1000	+/- 1,500	12	+/- 2
Літак приманка	150-500	0 - 500	5	<4

Структура безпілотної повітряної системи наведена на рисунку 1.

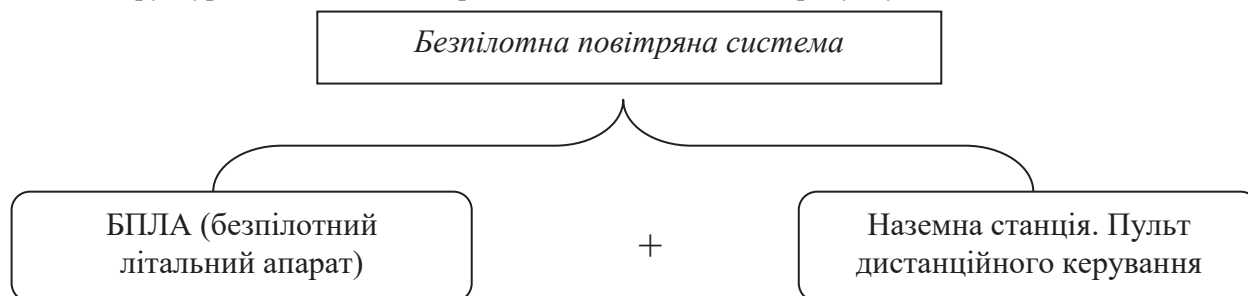


Рис. 1. Структура безпілотної повітряної системи

Деякі основні деталі та компоненти є стандартними у всіх БПЛА, але відповідно до типу і сфери використання для спеціалізованих БПЛА включені інші більш відповідні елементи. Термін безпілотна повітряна система означає систему, що складається з безпілотного літального апарату та супутніх систем підтримки, включаючи наземну станцію та ліній передачі даних.

Корпус або рама є основною частиною БПЛА. Форма та матеріал варіюються залежно від принципу польоту та вимог до міцності. Існує три основних типи двигунів, що використовуються для БПЛА. Турбінні двигуни (турбовентилятор, турбореактивний двигун, турбогвинтовий двигун, крилаті ракети, газова турбіна для морських застосувань), поршневі двигуни (дизельне та іскрове запалювання, дво- та чотири тактні, з турбонаддувом і атмосферні) та електродвигуни. Також на сьогодні, враховуючи зростаючий попит на БПЛА, та розширення сфер застосування, випускають гібридні двигуни. Тип двигуна, час польоту та розмір БПЛА визначає і характеризує типовий склад системи живлення. Літій-полімерні (Li-Po) акумулятори ефективні, та максимально підходять для БПЛА з двома пропелерами.

Кожен БПЛА на борту має систему авіоніки для збору вимірювання сигналів, привід виконавчих механізмів і підтримку зв'язку та функціонування в режимі реального часу автономних законів управління польотом. Платформа диспетчера польоту складається з апаратного та програмного забезпечення. Військові та комерційні БПЛА мають свої власні унікальні системи управління польотом, але для кінцевих користувачів також доступне обладнання та програмне забезпечення контролера польоту у різних варіаціях для задоволення кінцевої мети використання.

Завдання датчиків полягає в тому, щоб «відчувати», «бачити», «чути» і «розуміти» навколишній світ, щоб БПЛА міг функціонувати в невідомому середовищі без бортового пілота. Датчики можна розділити на три категорії відповідно до їх функцій: навігація, дослідження навколишнього середовища та візуалізація.

Датчик системи глобального позиціонування (GPS) – це глобальна навігаційна супутникова система США (GNSS), що використовується для визначення місцезнаходження наземного літака. GPS-приймач поєднує в собі трансляції з більш ніж трьох супутників для обчислення його точного положення за допомогою процесу, який називається триангуляція. Мінімально три супутники повинні визначити місцезнаходження приймача, приєднання до чотирьох супутників є ідеальним, оскільки це забезпечує більшу точність, на сьогодні ефективно працюють Glonass (Росія), Beidou (Китай) та Galileo (ЄС). Для підвищення цілісності, точності та доступності основних сигналів GNSS обов'язковим є використання системи космічного збільшення (SBAS) – це геосинхронні супутникові системи.

У разі застосування БПЛА для охорони та стеження за об'єктами на борту встановлюється інерційний блок вимірювань (ІБВ), який являє собою електронний пристрій, що вимірює і повідомляє про орієнтацію, швидкість та сили тяжіння за допомогою акселерометрів (пристрій що вимірює зміни гравітаційного прискорення) та гіроскоп (пристрій що містить колесо, яке швидко обертається або циркулюючий промінь світла, який використовується для виявлення відхилення об'єкта від бажаної орієнтації) та магнітometri (прилад для вимірювання напруженості магнітного поля – компас). ІБВ є основним набором компонентів інерційних навігаційних систем, що використовуються на борту літаків, БПЛА та безпілотних систем, для досягнення максимальної точності орієнтації.

Електрооптичні датчики стають стандартним пристосуванням для навігації або спостереження на борту літальних апаратів, вони використовують комбінацію електроніки та

оптики для генерації, виявлення та / або вимірювання випромінювання в оптичному спектрі за допомогою датчиків. Ці системи використовуються як для націлювання, так і для зображення при виявленні вторгнень на території особливо важливих об'єктів. Тепловізорування, візуалізація нічного бачення та інтенсифікація зображення працюють за допомогою електрооптичних принципів.

Інфрачервоні датчики горизонту Землі здатні виявляти інформацію про відношення супутників на низькій навколосемній орбіті за допомогою термоелектричних вимірювань інфрачервоного випромінювання Землі для локалізації горизонту. На борту БПЛА встановлюються нічні візуалізатори – інфрачервоний стабілізатор відношення зондування горизонту.

Барометричний датчик, також відомий як ВАР (барометричний тиск повітря), здатний вимірювати атмосферний тиск навколишнього середовища, в якому працює БПЛА. Цифрові датчики ВАР – це компактні пристрої для стабілізації висоти на безпілотної, які задіяно у охоронній практиці у межах держави. Під час здійснення маніпуляцій з охорони особливо важливих об'єктів необхідною умовою є застосування датчику радіолокації, який використовує радіохвилі для визначення положення об'єктів, які не видно.

На об'єктах електроенергетики, для виявлення відхилень застосовують термопілоти, вони як датчики температури або випромінювання, що вимірюють температуру, таку, яка використовується в інфрачервоних термометрах. Теплова візуалізація – це метод поліпшення видимості об'єктів в темному середовищі шляхом виявлення інфрачервоного випромінювання об'єктів і створення зображення на основі цієї інформації. Датчики термокамери вмонтовані на БПЛА для підвищення рівня захисту.

З метою визначення відстані застосовують ультразвукові датчики покликані вимірювати відстань до об'єкта за допомогою звукових хвиль. Зазначений датчик вимірює відстань, посилаючи звукову хвилю на певній частоті і прослуховуючи, щоб ця звукова хвиля повернулась назад. Записуючи час, що минув між звуковою хвилею, що генерується, із звуковою хвилею, яка відбивається назад, таким чином, можна розрахувати відстань між датчиком гідролокатора та об'єктом, що підлягає охороні. У БПЛА мультироторного типу ультразвукові датчики використовуються для оцінки висоти та вертикальних переміщень.

БПЛА, які застосовано для охорони особливо важливих об'єктів, як правило, мають власні вбудовані цифрові камери, але в деяких комерційних БЛА встановлені додаткові цифрові камери більш високої специфікації та низької ваги. Для тактичних охоронних дій розроблені більш специфічні системи камер із зондуючими компонентами.

Теплова візуалізація – це метод поліпшення видимості об'єктів в темному середовищі шляхом виявлення інфрачервоного випромінювання об'єктів і створення зображення на основі цієї інформації. Датчики термокамери є доступні з різними додатками для різних БПЛА.

Одним з головних елементів системи охорони з використанням БПЛА є системи наземного управління. Наземна станція управління дозволяє контролювати БПЛА, за винятком ситуацій запуску та відновлення. Зв'язок між БПЛА та станцією наземного керування встановлюється за допомогою ліній зв'язку. Лінія передачі даних є важливою частиною БПЛА вона не лише завершує віддалене управління БПЛА, але також передає інформацію в повітрі, таку як відеозаписи та зображення на екран оператора чим дозволяє здійснювати моніторинг ситуації у реальному часі. На рисунку 2 наведено архітектуру формування ліній захисту у рамках безпілотної повітряної системи.

Застосування БПЛА для дистанційного моніторингу особливо важливих об'єктів сприяє вирішенню широкого спектру спеціальних завдань соціально-економічного розвитку країни:

- дає можливість впливати на якість прийняття управлінських рішень з контролю державної безпеки, так як дозволяє оперативно і мобільно отримати достовірну інформацію про безпеку того чи іншого особливо важливого об'єкта;
- дозволяє скоординувати зусилля з ліквідації наслідків, дисциплінує виконавців, які проводять роботи на особливо важливих об'єктах;
- розкриває технічний потенціал можливостей безпілотної техніки, спонукає до досягнення значущого результату в області моніторингу державної безпеки.

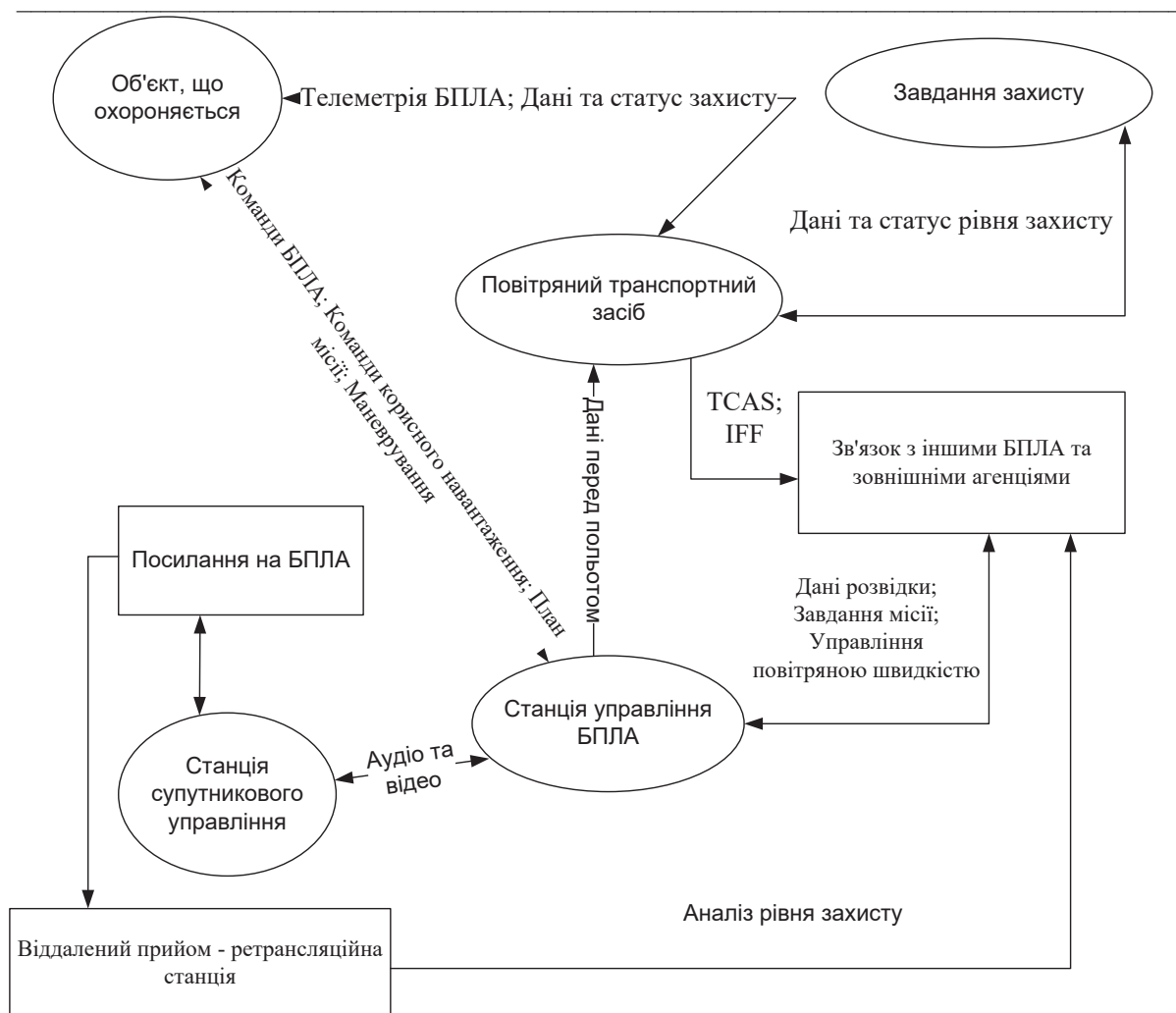


Рис. 2. Архітектура формування ліній захисту у рамках безпілотної повітряної системи

Висновки і перспективи подальших досліджень. У роботі досліджено безпілотної літальний апарат, як основу у забезпеченні охорони особливо важливих об'єктів. Для проведення повітряного моніторингу особливо важливих об'єктів, які розташовані на значній відстані ефективно використовувати БПЛА літакового типу великої дальності зі злітною масою від 5 до 10 кг, корисним навантаженням від 1 до 2 кг, і радіусом дії до 70 км. Для оперативної розвідки доцільно застосовувати БПЛА літакового типу середньої дальності, для обстеження прилеглих об'єктів, які потребують детального вивчення, підійдуть БПЛА вертолітного типу малої дальності, які мають можливість вертикального зльоту-посадки на непідготовлену поверхню. Проведення дистанційного моніторингу особливо важливих об'єктів і територій навколо них за допомогою безпілотної літальних апаратів істотно заощадує кошти і відкриває нові можливості для безпечної експлуатації об'єкта.

Перспективи подальших досліджень ґрунтуються на розробці безпілотної літальної системи із застосуванням технології Інтернету речей, яка б максимально підвищила ступінь моніторингу, точність даних та радіус дії.

Список літератури :

1. Практичні рекомендації щодо застосування безпілотної літального апарату для пошуку правопорушника держаного кордону за цілевказанням / М. І. Лисий, Ю. О. Бабій, В. В. Поліщук. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2019. № 2 (35). С. 139-142.
2. Бережний А. О. *Методи та інформаційна технологія автоматизованого планування маршрутів польотів безпілотної літальних апаратів для підвищення ефективності пошуку об'єктів* : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06; Черкас. держ. технол. ун-т. Черкаси, 2020. 20 с.
3. *Застосування повітряно-космічних засобів в інтересах охорони та контролю державного кордону: світовий досвід* / С. П. Мосов, Ю. В. Мамчур, В. С. Міхеєв, С. Й.

Хорошилова. Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського. 2019. № 1. С. 92-97. \

4. Застосування безпілотних літальних апаратів для вирішення задач моніторингу об'єктів аеродромної інфраструктури / І. О. Кашаєв, О. А. Усачова, С. М. Новічонок, В. М. Петров. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2019. № 2. С. 48-58.

5. Данник Ю. Г., Катеринчук І. С., Балицький І. І. Методика забезпечення безпеки застосування БПЛА при виконанні спеціальних задач в складних умовах. Науковий журнал. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. 2017. С. 116-125.

6. Лисий М. І., Балицький І. І., Бабій Ю. О., Поліщук В. В. Оцінка характеристик пошуку правопорушника за цілевказанням із застосуванням безпілотного літального апарату. Військово-технічний збірник Національної академії Сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного. 2017. С. 38-43.

7. Поліщук В. В. Удосконалення методики військово-економічної оцінки ефективності застосування безпілотного літального апарату за комплексом показників для пошуку правопорушника за цілевказанням від радіоелектронного комплексу моніторингу. Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія : військові та технічні науки. 2018. № 1 (75). С. 6-19.

8. Qiwang Huang, Jian Yao, Qun Li, Yifan Zhu. Cooperative Searching Strategy for Multiple Unmanned Aerial Vehicles Based on Modified Probability Map. Theory, Methodology, Tools and Applications for Modeling and Simulation of Complex Systems: 16th Asian Simulation Conference and SCS Autumn Simulation Multi-Conference, Beijing, 8-11 October 2016. P. 279-287. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-10-2666-9_27.

9. Coutinho W. P., Fliege J., Battarra M. The Unmanned Aerial Vehicle Routing and Trajectory Optimisation Problem. Computers and Industrial Engineering. 2018. Vol. 120, P. 116-128. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.04.037> (Date of access: 15.04.2021).

10. Mustapha Bekhti, Marwen Abdennebi, Nadjib Achir, Khaled Boussetta. Path Planning of Unmanned Aerial Vehicles With Terrestrial Wireless Network Tracking. Wireless Days (WD), Toulouse, 23-25 March 2016. Toulouse, 2016. P. 1-6.

11. Jilkov V. P., Li X. R., DelBalzo D. Best combination of multiple objectives for UAV search & track path optimization. 10th International Conference on Information Fusion, Quebec, 9-12 July 2007. Quebec, 2007. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4408202> (Date of access: 15.04.2021).

12. Plastiras G., Kyrkou C., Theocharides T. Efficient ConvNet-based Object Detection for Unmanned Aerial Vehicles by Selective Tile Processing. ICDSC '18 : Proceedings of the 12th International Conference on Distributed Smart Cameras, Eindhoven, 2018. September 2018. № 3. P.1-6. URL: <https://doi.org/10.1145/3243394.3243692> (Date of access: 15.04.2021).

Berezhnyi A., Trystan A., Lavrov O. Information technology of automatic detection and identification of stationary objects with unmanned aerial vehicles. Сучасні інформаційні системи. Харків, 2020. Вип. 4(1). С. 5-10. DOI:10.20998/2522-9052.2020